



C. CLAUS

LEHRBUCH DER ZOOLOGIE.

LEHRBUCH

DER

ZOOLOGIE

VON

Professor Dr. C. CLAUS

IN WIEN.

SECHSTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.

MIT 889 HOLZSCHNITTEN.

MARBURG.

N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.

1897.

VORWORT

ZUR SECHSTEN AUFLAGE.

Mit der neuen Bearbeitung hat das Lehrbuch, welches in den ersten vier Auflagen den Titel „Grundzüge der Zoologie“ führte, von da an aber in abgekürzter Form als „Lehrbuch der Zoologie“ ausgegeben wurde, seine zehnte Auflage erlebt und damit 30 Jahre dem einführenden Unterricht in die zoologische Wissenschaft gedient. Da das Buch in die vornehmlichsten Cultursprachen übersetzt worden ist und auch in einigen dieser Uebersetzungen zwei oder mehr Auflagen erfahren hat, darf ich wohl zu meiner Genugthuung annehmen, dass dasselbe seinem Zwecke entsprochen hat. Möchte sich dasselbe auch in der neuen, mehrfach veränderten Gestalt die wohlwollende und nachsichtige Beurtheilung, die es bisher gefunden, in Zukunft erhalten.

Wien, im October 1896.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Allgemeiner Theil.

Specieller Theil.

Allgemeiner Theil.

Organische und anorganische Naturkörper.

In der Welt, welche sich unseren Sinnen offenbart, unterscheidet man lebende, organische, und leblose, anorganische Körper. Die ersteren, die Thiere und Pflanzen, erscheinen in Zuständen der Bewegung und erhalten sich unter mannigfachen Veränderungen ihrer gesammten Form und ihrer Theile, unter stetem Wechsel der sie zusammensetzenden Stoffe. Die anorganischen Körper dagegen befinden sich in einem Zustande beharrlicher Ruhe, zwar nicht nothwendig starr und unveränderlich, aber *ohne jene Selbstständigkeit der Bewegung, welche sich im Stoffwechsel ausspricht*. Dort erkennen wir eine Organisation, eine Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilen (Organen), in denen die Stoffe chemische Veränderungen erfahren, hier beobachten wir eine mehr gleichartige, wenn auch nach Lage und Verbindungsweise der Moleküle nicht immer homogene Masse, deren Theile so lange in ruhendem Gleichgewichte ihrer Kräfte beharren, als die Einheit des Ganzen ungestört bleibt. Im anorganischen Körper, im Krystalle, befindet sich die Materie im *statischen Gleichgewicht,* während sich durch das organische Wesen ein *Strom von Materie ergiesst*.

Zwar sind auch die Eigenschaften und Veränderungen der lebenden Körper den chemisch-physikalischen Gesetzen streng unterworfen, und man weist diese Abhängigkeit mit dem Fortschritte der Wissenschaft immer schärfer nach, allein es müssen doch eigenthümliche, ihrer Natur nach unbekannte materielle Anordnungen und ganz besondere, in ihrem Wesen unerklärte Bedingungen für den Organismus zugestanden werden. Diese Bedingungen kann man als *vitale* bezeichnen, ohne deshalb ihre Abhängigkeit von materiellen Vorgängen in Frage zu stellen. Dieselben unterscheiden eben den Organismus von jedem anorganischen Körper und beziehen sich 1. auf die Art der Entstehung, 2. auf die Art der Erhaltung, 3. auf die Form und Structur des Organismus.

1. Die Entstehung lebender Körper kann nicht durch physikalisch-chemische Agentien aus einer bestimmten chemischen Mischung unter bestimmten Bedingungen der Wärme, des Druckes, der Elektricität etc. veranlasst werden, sondern setzt erfahrungsmässig die Existenz gleichartiger oder mindestens sehr ähnlicher Wesen voraus, aus denen sie auf dem Wege

der elterlichen Zeugung erfolgt. Eine selbstständige elternlose Zeugung *(generatio aequivoca,* Urzeugung) ist bei dem Stande unserer Erfahrungen selbst für die einfachsten und niedersten Lebensformen nicht nachweisbar. Die Existenz der *generatio aequivoca* würde unserem Streben einer physikalisch-chemischen Erklärung einen sehr wichtigen Dienst leisten, *ihre Annahme erscheint sogar als nothwendiges Postulat, um das erste Auftreten der Organismen begreiflich zu machen.*

2. Das zweite und wichtigste Merkmal des Organismus, an welches sich die Erhaltung des Lebens knüpft, ist der Verbrauch und Ersatz der den Leib zusammensetzenden Materie, *der Stoffwechsel.* Jede Lebensäusserung beruht auf Umsatz von Stoffen, auf Zerstörung und Neubildung chemischer Verbindungen. An die wechselnde Zerstörung und Erneuerung der Stoffverbindungen knüpfen sich *Nahrungsaufnahme und Ausscheidung* als nothwendige Eigenschaften des Lebendigen. Mit dem Stoffwechsel verbindet sich zugleich das Vermögen, die als Nahrung aufgenommene Substanz der eigenen zu *assimiliren,* das heisst, in eine mit dieser identischen Substanz umzuwandeln und dadurch nicht nur die Substanzverluste zu decken, sondern auch *Wachsthum* und mit diesem fortschreitende Differenzirung, sowie schliesslich die Fortpflanzung im einfachsten Falle durch Theilung zu ermöglichen.

Vornehmlich sind es die (wegen ihres Vorkommens im Organismus so genannten) *organischen* Substanzen, die ternären und quaternären zusammengesetzten *Kohlenstoff*-Verbindungen (jene aus Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff, diese ausser den drei Stoffen noch aus Stickstoff gebildet), und unter den letzteren wiederum die *Eiweisskörper,* welche im Stoffwechsel einen Umsatz erfahren. Wie aber die allgemeinen Grundeigenschaften (Elasticität, Schwere, Porosität) des Organismus mit denen der anorganischen Körper so durchaus übereinstimmen, dass es möglich wurde, eine allgemeine Theorie von der Constitution der Materie auszubilden, so finden sich auch sämmtliche der Qualität nach unterschiedenen, chemisch nicht weiter zerlegbaren Grundstoffe oder Elemente der organischen Materie [1]) in der anorganischen Natur wieder. Ein dem Organismus eigenthümliches Element, gewissermassen ein *Lebensstoff,* existirt ebensowenig wie eine ausserhalb der natürlichen und materiellen Vorgänge wirksame *Lebenskraft.*

Lange Zeit hatte man *organische und anorganische Stoffe in scharfem Gegensatz aufgefasst* und die zusammengesetzten Kohlenstoffverbindungen lediglich als Producte des Organismus betrachtet. Indessen hat es sich gezeigt, dass beide nicht nur auf dieselben Gesetze der Atomlagerung und Constitution zurückzuführen sind, sondern dass auch die ersteren in nicht geringer Zahl (Harnstoff, Zucker, Stärke etc. etc.) künstlich aus ihren Elementen durch Synthese hergestellt werden können. Diese Thatsachen weisen auf die Wahrscheinlichkeit der synthetischen Gewinnung vieler, vielleicht

[1]) Die Zahl der im Organismus verwendeten Elemente ist eine geringe, es sind: O, H, C, N, S, P, Cl, J, Fl, Si, Na_1 K, Ca, Mg, Fe.

aller organischen Verbindungen und unter diesen auch der Eiweisskörper hin und gestatten den Schluss, dass bei der Entstehung organischer Wesen dieselben Kräfte wirksam waren, welche die Bildung der anorganischen Körper beherrschen. Wenn aber auch später Eiweisskörper künstlich durch Synthese hergestellt werden sollten, so wäre damit noch nicht das lebendige Protoplasma mit seinen Eigenschaften des Stoffwechsels, des Wachsthums und der Fortpflanzung erzeugt.

Freilich kann diese wichtige Eigenschaft des Lebendigen, der *Stoffwechsel,* unter gewissen Bedingungen zeitweilig unterdrückt und aufgehoben werden, ohne dass der Organismus die Fähigkeit des Lebens einbüsst. Durch Entziehung von Wasser oder auch von Wärme wird es für eine grosse Zahl niederer Organismen und deren Keime möglich, den Lebensprocess Monate und Jahre lang zu unterbrechen, das heisst, latent zu erhalten und dann durch Zufuhr von Wasser, beziehungsweise Wärme die scheinbar leblosen, jedoch lebensfähig gebliebenen Körper wieder in's Leben zurückzurufen (*Schizomyceten, Flagellaten, Ciliaten, Anguilluliden, Rotiferen,* Eier von *Apus, Branchipus, Daphnia, Ostracoden, Copepoden* — Wasserschnecken, Frösche, Wasserinsecten — Pflanzensamen).

3. Ein dritter Charakter des lebenden Körpers liegt in seiner äusseren Form, sowie in der Form und Zusammenfügung seiner Theile (*Organisation*). Die Gestalt des anorganischen Individuums, des *Krystalles,* ist von geraden, unter bestimmten Winkeln zusammentretenden Linien (Kanten, Ecken) und ebenen, selten sphärischen, mathematisch bestimmbaren Flächen umgrenzt und in dieser Form unveränderlich, die des Organismus[1]) dagegen in Folge des festweichen Aggregatzustandes minder scharf bestimmbar und innerhalb gewisser Grenzen veränderlich. Das Leben äussert sich eben als eine zusammenhängende Reihe wandelbarer Zustände auch in der gesammten Erscheinung; den Bewegungen des Stoffes geht Wachsthum und Formveränderung parallel. Der Organismus beginnt als einfache Zelle und entwickelt sich von dieser Anlage im Eie oder Keime unter allmälig fortschreitenden Differenzirungen und Umgestaltungen seiner Theile bis zu einem bestimmten Höhepunkt mit der Fähigkeit der Fortpflanzung, um zuletzt mit dem Untergange als lebendiger Körper in seine Bestandtheile zu zerfallen. Daher besitzt auch das Substrat des organischen Leibes eine mehr oder minder festweiche, quellungsfähige Beschaffenheit, welche sowohl für die chemischen Umsetzungen der Stoffverbindungen (*corpora non agunt nisi soluta*), als für Umgestaltungen der gesammten Form nothwendig erscheint; dasselbe ist nicht homogen und gleichartig, sondern aus festen, festweichen und flüssigen Theilen gebildet, welche sich als Zusammenfügungen eigenthümlich gestalteter Elemente darstellen. Der Krystall zeigt zwar bei einer Zusammen-

[1]) Die Thatsache, dass es eine Menge von festen Absonderungsproducten im Organismus gibt (Schalen, Gehäuse), deren Form sich mathematisch bestimmen lässt, hebt natürlich diesen Unterschied nicht auf.

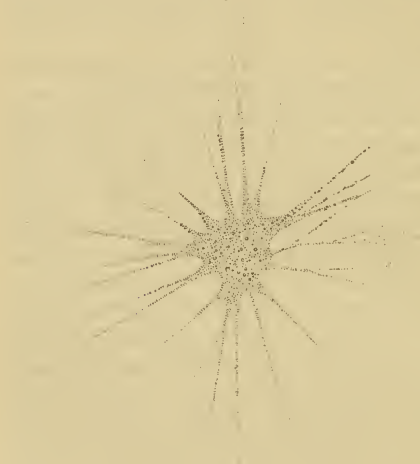
setzung seiner Moleküle aus gleichartigen Atomgruppen eine nach den Richtungen des Raumes ungleiche Lagerung derselben (Blätterdurchgänge) und demgemäss eine ungleichmässige Structur, besitzt aber keine verschiedenartigen, einander untergeordneten Einheiten, welche *wie die Organe des lebendigen Körpers als Werkzeuge zu verschiedenen Leistungen* dienen. Die *Organe* erweisen sich wiederum ihrem feineren Baue nach aus verschiedenen Theilen, Geweben (oder Organen niederer Ordnung) gebildet, welchen als letzte Einheit die *Zelle* zu Grunde liegt, die ihrer Herkunft nach auf die Keimzelle *(Eizelle, Spermatoblast)* zurückzuführen ist. (Fig. 1.) Diese aber steht ihren Eigenschaften nach in directem Gegensatz zum Krystall und vereinigt in sich bereits die Eigenschaften des lebendigen Organismus. Dieselbe ist nicht etwa als membranös begrenztes Bläschen mit flüssigem Inhalt und Kern zu definiren (Schwann), sondern als *Klümpchen einer weichflüssigen eiweisshaltigen Substanz (Protoplasma), in der Regel mit eingeschlossener homogener oder bläschenförmiger Differenzirung, dem Kern,* häufig mit einer peripherischen structurlosen Membran. Ist die letztere noch nicht ausgeschieden, so äussert sich das Leben in einer mehr oder minder ausgesprochenen amoeboiden Bewegung. Das zähflüssige Protoplasma vermag Ausläufer und Fortsätze von beständig wechselnder Form zu entsenden und dieselben wieder einzuziehen. (Fig. 2.)

Fig. 1.



a Junge Eizellen einer Meduse, *b* Samenmutterzellen (Spermatoblasten) eines Vertebraten, die eine in amoeboider Bewegung.

Fig. 2.



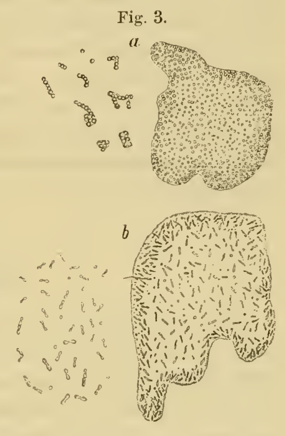
Amoeba (Protogenes) porrecta. (Nach Max Schultze.)

In dieser organischen Grundform, aus welcher sich alle Gewebe und Organe des Thieres und der Pflanze aufbauen, liegen bereits alle Charaktere des Organismus ausgesprochen. *Die Zelle ist daher die erste Form der Organismen und selbst der einfachste Organismus.* Während ihr Ursprung bereits auf vorhandene Zellen ähnlicher Art hinweist, wird ihre Erhaltung durch den Stoffwechsel ermöglicht. Die Zelle hat ihre Ernährung und Ausscheidung, ihr Wachsthum, ihre Bewegung, Formveränderung, ihre feinere Organisation

und Fortpflanzung. Unter Betheiligung des Zellkernes erzeugt sie durch Theilung oder endogene Bildung von Tochterzellen neue Einheiten ihrer Art und liefert das Material zum Aufbau der Gewebe, zur Bildung, Vergrösserung und Veränderung des Leibes. *Mit Recht hat man daher in der Zelle die besondere Form des Lebens und das Leben in der Thätigkeit der Zelle erkannt* (Virchow).

Auch wird diese Auffassung von der Bedeutung der Zelle nicht durch die Thatsache widerlegt, dass es noch einfachere Lebensformen gibt, in denend er Kern nicht nachweisbar ist (Pilzzellen, *Schizomyceten, Amoeben,* Fig. 2 (sog. *Moneren*), und dass es scheinbar homogene, unter den stärksten Vergrösserungen structurlos erscheinende Körper gibt, welche ihren Lebensäusserungen nach unzweifelhaft Organismen sind; allein auch diese haben eine elementare Structur als Organisation (Brücke). Manche Schizomyceten sind so klein *(Mikrococcus)*, dass es schwer hält, dieselben in einzelnen Fällen von molekularen Niederschlägen zu unterscheiden, zumal sie nur Molekularbewegung zeigen. (Fig. 3.) Auch diese müssen in ihren kleinsten Theilen organisirt sein. Demnach ist das lebendige Protoplasma mit seiner nicht näher bekannten elementaren Structur das ausschliesslich bestimmende Kriterium des Organismus.

Fig. 3.



Schizomyceten nach F. Cohn. *a Mikrococcus, b Bacterium termo.* Fäulnissbacterie, beide in frei beweglicher und in Zoogloeaform.

Man ist daher zu der Annahme kleinster Lebenseinheiten *(Biophoren, Pangene, Plasome)* gedrängt, welche bestimmt geordnete Molekülgruppen als chemisch wirksame Stoffe enthalten, aber zugleich eine bestimmte morphologische, mit Hilfe der stärksten Vergrösserungen nicht erkennbare Structur, *Elementarstructur,* besitzen. an die sich die Eigenschaften des Lebens, Assimilation und Stoffwechsel, Bewegung, Wachsthum und Fortpflanzung durch Theilung knüpfen. Zwischen diesem das Leben bestimmenden *morphologischen* Begriff und der sogenannten Molekularstructur der complicirten chemischen Verbindungen hat man wohl zu unterscheiden, und bleibt die Hypothese der Urzeugung für jene kleinsten Einheiten, welche nicht etwa mit der künstlichen Erzeugung von Eiweiss- und Protoplasmasubstanz schon geschaffen sind, bestehen.

Liegt nun auch in den erörterten Eigenschaften ein wesentlicher Gegensatz und eine bislang nicht ausfüllbare Kluft des Lebendigen zu den Anorganen ausgesprochen, so wird man doch bei Beurtheilung ihres Verhältnisses die Thatsache nicht ausser Acht zu lassen haben, dass es bei den kleinsten Organismen, welche sich durch Fortpflanzung und Stoffverbrauch als solche

erweisen, mittelst der stärksten Vergrösserung unmöglich ist, eine Organisation zu entdecken, und dass bei zahlreichen niederen Lebewesen durch Entziehung von Wärme und Wasser Stoffwechsel und Lebensthätigkeit unbeschadet der Lebensfähigkeit völlig unterdrückt werden können. Da zudem die jenen Formen zu Grunde liegende organische Materie aus Verbindungen besteht, die möglicherweise sämmtlich durch Synthese künstlich herzustellen sind, so wird man der Hypothese eine gewisse Berechtigung zugestehen, dass sich die einfachsten Lebewesen Anorganen unter unbekannten, unserer Erkenntniss entrückten Bedingungen aus entwickelt haben. Man würde dann, da eine fundamentale Verschiedenheit des Stoffes und der Kräfte im Krystall und im organischen Wesen nicht nachgewiesen wurde, im ersten Auftreten lebender Wesen (mit du Bois-Reymond) im Grunde nur die Lösung eines schwierigen mechanischen Problems erkennen können. Indessen macht sich eine theoretische Schwierigkeit unübersteiglicher Art geltend, das Auftreten der ersten Regung von Empfindung und Bewusstsein zu erklären. von seelischen Vorgängen, die wir uns als ausschliessliches Resultat von Bewegungserscheinungen der Materie nicht vorzustellen vermögen. deren Keim aber schon den einfachsten und primitivsten Organismen zugehörig gedacht werden müsste.

Thier und Pflanze.

Die Unterscheidung der lebendigen Körper in Thiere und Pflanzen beruht auf einer Reihe sehr frühzeitigen Erfahrungen entsprungener Vorstellungen. Bei dem Thiere beobachten wir freie Bewegungen und selbstständige, aus inneren Zuständen des Organismus abzuleitende Lebensäusserungen, welche Bewusstsein und Empfindung wahrscheinlich machen; bei der meist im Erdboden befestigten Pflanze vermissen wir die Locomotion und selbstständige, auf Empfindung hinweisende Thätigkeiten. Daher schreiben wir dem Thiere willkürliche Bewegung und Empfindung zu und betrachten dieselben als beseelte Organismen.

Indessen sind diese Begriffe nur einem verhältnissmässig engen Kreise von Organismen, den höchsten Thieren und Pflanzen unserer Umgebung entlehnt. Mit dem Fortschritte der Erfahrungen drängt sich uns die Ueberzeugung auf, dass der herkömmliche Begriff von Thier und Pflanze in der Wissenschaft einer Aenderung bedarf. Denn wenn wir auch nicht im Zweifel sind, ein Wirbelthier von einer phanerogamen Pflanze zu unterscheiden, so reichen wir doch mit jenen Begriffen auf dem Gebiete des einfacheren und niederen Lebens nicht aus. Es gibt zahlreiche niedere Thiere ohne freie Ortsveränderung und ohne deutliche Zeichen von Empfindung und Bewusstsein, dagegen Pflanzen und pflanzliche Zustände mit freier Bewegung und Irritabilität. Man wird daher die Eigenschaften von Thieren und Pflanzen

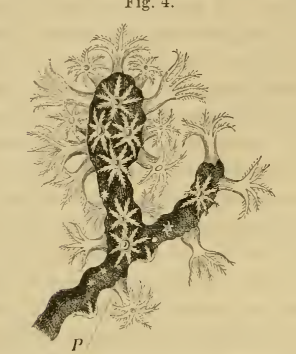
näher zu vergleichen und hiebei die Frage zu erörtern haben, ob überhaupt eine scharfe Grenze beider Naturreiche besteht.

1. In der *Gestalt* und *Organisation* scheint für Thiere und Pflanzen ein wesentlicher Gegensatz zu bestehen. Das Thier besitzt bei einer gedrungenen äusseren Form eine Menge innerer Organe von compendiösem Baue, während die Pflanze ihre ernährenden und ausscheidenden Organe als äussere Anhänge von bedeutendem Flächenumfange ausbreitet. Dort herrscht eine innere, hier eine äussere Entfaltung der endosmotisch wirksamen Flächen vor. Das Thier hat eine Mundöffnung zur Einfuhr fester und flüssiger Nahrungsstoffe, welche im Inneren eines mit mannigfachen Drüsen (Speicheldrüsen, Leber, Pankreas etc.) in Verbindung stehenden Darmes verarbeitet, verdaut und resorbirt werden. Die unbrauchbaren festen Ueberreste der Nahrung werden als Kothballen entleert, während die stickstoffhaltigen Endproducte des Stoffwechsels durch besondere Harnorgane (Nieren) meist in flüssiger Form ausgeschieden werden. Zur Bewegung und Circulation der resorbirten Ernährungsflüssigkeit (Blut) ist ein pulsirendes Pumpwerk (Herz) und ein System von Blutgefässen vorhanden. Das Thier hat endlich innere Fortpflanzungsorgane, sowie als Werkzeuge der Empfindung ein Nervensystem und Sinnesorgane, zur Ausführung der Bewegungen eine Muskulatur. Bei der Pflanze hingegen zeigt der vegetative Apparat eine weit einfachere Gestaltung. Feste Nahrungsstoffe werden nicht aufgenommen. Es fehlen Mund, Darm und After. Die Wurzeln saugen flüssige Nahrungsstoffe auf, während die Blätter als respiratorische und assimilirende Organe Gase aufnehmen und austreten lassen. Die complicirten Organsysteme des Thieres fallen aus, und ein mehr gleichartiges Parenchym von Zellen und Röhren, in denen sich die Säfte bewegen, setzt den Körper der Pflanze zusammen. Auch liegen die Fortpflanzungsorgane in äusseren Anhängen, und es fehlen Nerven und Sinnesorgane.

Indessen sind die hervorgehobenen Unterschiede keineswegs durchgreifend, vielmehr nur für die höheren Thiere und höheren Pflanzen giltig, da sie mit der Vereinfachung der Organisation allmälig verschwinden. Schon unter den Wirbelthieren, mehr noch bei den Weichthieren und Gliederthieren reducirt sich das System der Circulationsorgane. Die Blutgefässe vereinfachen sich sehr oft und fallen sammt dem Herzen vollständig aus, das Blut bewegt sich dann in mehr unregelmässigen Strömungen in den Räumen der Leibeshöhle und in den Lücken zwischen den Organen. Ebenso vereinfachen sich die Organe der Verdauung, Speicheldrüsen und Leber verschwinden als drüsige Anhänge des Darmes, dieser wird ein blind geschlossener, verästelter oder einfacher Schlauch (Trematoden), dessen Wandung mit der Leibeswand fest vereinigt sein kann und dann eine Gastralhöhle im Inneren des Leibes umschliesst (Coelenteraten). Auch kann Mund nebst Darm fehlen (Cestoden) und die Aufnahme flüssiger Nahrungsstoffe ähnlich wie bei den Pflanzen endosmotisch durch die äussere Körperfläche erfolgen, beziehungsweise durch

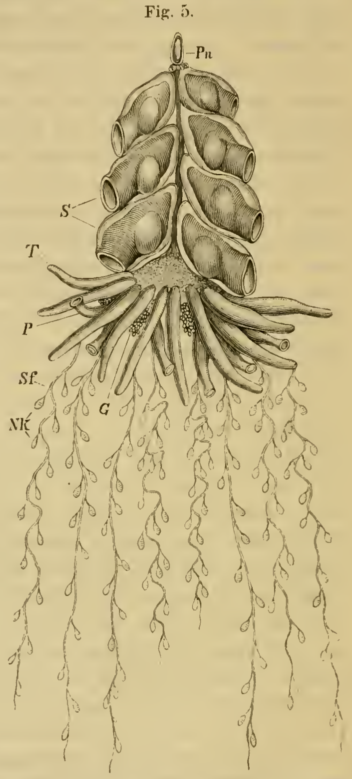
wurzelartige Fortsätze, welche im Leibe anderer Thiere haften (Rhizocephalen), vermittelt werden. Endlich werden Nerven und Sinnesorgane bei Organismen, welche man, wie die Poriferen und Protozoen, als Thiere betrachtet, vermisst. Bei jenen sind die Muskeln durch contractile Zellen vertreten, bei diesen durch Differenzirungen im Protoplasma (Myophane).

Fig. 4.



Zweig eines Polypariums von *Corallium rubrum*, Edelkoralle, nach Lacaze Duthiers. *P* Polyp.

Fig. 5.



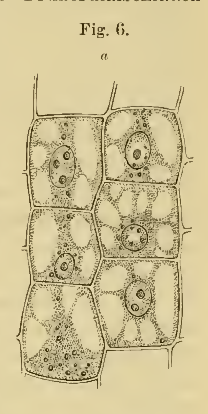
Physophora hydrostatica, *Pn* Pneumatophor, *S* Schwimmglocken, in zweizeiliger Anordnung an der Schwimmsäule, *T* Tentakel, *P* Polypit oder Magenschlauch nebst Senkfaden *Sf*, *Nk* Nesselknöpfe an demselben, *G* Genitaltraubchen.

Solcher Vereinfachung des inneren Baues entspricht es, dass sich auch in der äusseren Erscheinung und in der Art des Wachsthums einfacher gebaute niedere Thiere, wie beispielsweise die Poriferen und Polypen, oft in hohem Grade den Pflanzen annähern, mit denen sie in früherer Zeit namentlich dann verwechselt wurden, wenn sie zugleich der freien Ortsveränderung entbehren (Pflanzenthiere). (Fig. 4 und 5.) In diesen Fällen bietet aber auch im Thierreich die Feststellung des Begriffes „Individuum" ähnliche Schwierigkeiten wie im Pflanzenreich.

2. *Zwischen thierischen und pflanzlichen Geweben* besteht ebenfalls ein wichtiger Gegensatz. Während die Zellen in den pflanzlichen Geweben ihre ursprüngliche Form und Selbstständigkeit bewahren, erleiden dieselben in den thierischen auf Kosten ihrer Selbstständigkeit die mannigfachsten Veränderungen. Daher erscheinen die pflanzlichen Gewebe als gleichartige, wenn auch überaus verschieden gestaltete Zellencomplexe mit wohl erhaltenen, scharf umschriebenen Zellen, die

thierischen dagegen als höchst verschiedenartige Bildungen von sehr veränderter Structur, in denen die Zellen als solche nicht immer nachweisbar bleiben und nur Zellenterritorien unterschieden werden. Der Grund für dieses ungleiche Verhalten der Gewebe scheint in dem verschiedenen Baue der Zelle selbst gesucht werden zu müssen, indem die Pflanzenzelle im Umkreise ihres Primordialschlauches (der verdichteten Grenzschicht des Protoplasmas) von einer dicken stickstofflosen Haut, der Cellulosekapsel, umgeben wird, während die thierische Zelle eine sehr zarte stickstoffhaltige Membran oder statt derselben nur eine zähere Grenzschicht ihres zähflüssigen Inhaltes besitzt. Indessen gibt es auch Pflanzenzellen mit einfachem nackten Primordialschlauch (Primordialzellen) und andererseits thierische Gewebe, welche durch Umkapselung der selbstständig gebliebenen Zellen den pflanzlichen ähnlich sind (Knorpel, Stützzellen in den Tentakeln von Hydroiden). (Fig. 6.) Man wird auch nicht, wie dies früher geschehen ist, die Vielzelligkeit als nothwendiges Merkmal des thierischen Lebens betrachten können. Vielmehr gibt es nicht nur zahlreiche einzellige Algen und Pilze, sondern auch thierische Organismen, welche auf einfache oder complicirt differenzirte Zellen zurückzuführen sind (Protozoen).

Fig. 6.



a Pflanzliches Parenchym, nach Sachs, *b* Achsenzellen aus den Fangarmen (Tentakeln) von *Campanularia*.

3. Am wenigsten kann in der *Fortpflanzung* ein Kriterium gefunden werden. Bei den Pflanzen ist zwar die ungeschlechtliche Vermehrung durch Sporen und Wachsthumsproducte vorherrschend, allein auch im Kreise der niederen und einfach gebauten Thiere erscheint dieselbe Art der Vermehrung weit verbreitet. Die geschlechtliche Fortpflanzung aber beruht bei Thieren und Pflanzen im Wesentlichen auf den gleichen Vorgängen, auf der Verschmelzung männlicher *(Samenzellen)* und weiblicher Zeugungsstoffe *(Eizellen)*, deren Form in beiden Reichen eine grosse Uebereinstimmung zeigt, jedenfalls überall auf die Zelle zurückzuführen ist. Der Bau und die Lage der Geschlechtsorgane im Inneren des Körpers oder als äussere Anhänge bietet um so weniger Anhaltspunkte zur Unterscheidung von Thier und Pflanze, als in dieser Hinsicht in beiden Reichen die grössten Verschiedenheiten bestehen.

4. *Die chemischen Bestandtheile und die Vorgänge des Stoffwechsels* sind bei Thieren und Pflanzen sehr verschieden. Früher legte man grossen Werth auf den Umstand, dass die Pflanze vorzugsweise aus *ternären* Verbindungen, das Thier dagegen aus *quaternären* stickstoffhaltigen Verbindungen besteht. Man schrieb daher für jene dem Kohlenstoff, für dieses dem Stickstoff eine vorwiegende Bedeutung zu. Indessen sind auch im

thierischen Körper die Fette und Kohlenhydrate sehr verbreitet, während andererseits die quaternären Proteïne in den thätigen, in Neubildung begriffenen Theilen der Pflanze eine grosse Rolle spielen. Das *Protoplasma,* der Inhalt der lebenden Pflanzenzelle, ist stickstoffreich und eiweisshaltig, den mikrochemischen Reactionen nach mit der *Sarcode,* der contractilen Substanz niederer Thiere, übereinstimmend. Zudem werden die als *Fibrin, Albumin* und *Caseïn* unterschiedenen Modificationen der Eiweisskörper auch in der Pflanze wiedergefunden.

Unter den im Pflanzenkörper auftretenden, von der Pflanze erzeugten Stoffen kommt dem *Chlorophyll* und der *Cellulose* eine hervorragende Bedeutung zu. Die im Holzkörper angehäufte Cellulose, ein Bestandtheil der Zellenmembran und durch die charakteristisch blaue Färbung auf Zusatz von Schwefelsäure und Jod erkennbar, wurde aber auch im Mantel der *Tunicaten* aufgefunden und somit auch als Erzeugniss von Thieren nachgewiesen. Das *Chlorophyll* dagegen, welches die grüne Färbung der Blätter bedingt, kann mit grosser Wahrscheinlichkeit als ausschliessliches Product des Pflanzenleibes betrachtet werden und besitzt daher *zum Nachweis der pflanzlichen Natur einen hohen Werth, zumal an sein Vorhandensein der als Assimilation bekannte vegetabilische Stoffwechsel geknüpft* ist. Zwar hat man auch in zahlreichen, besonders niederen Thieren, wie Infusorien *(Stentor, Paramaecium)*, Polypen *(Hydra)* und Würmern *(Bonellia),* Chlorophyllkörper gefunden, dieselben jedoch nicht als von diesen Thieren erzeugt nachzuweisen vermocht. Vielmehr haben neuere Untersuchungen[1]) gezeigt, dass in allen diesen Fällen einzellige, in den Thierkörper eingedrungene Algen *(Zoochlorellen)* die Träger des Chlorophylls sind. Das Vorkommen von Chlorophyll im Thierreich erklärt sich in diesen Fällen aus einem eigenthümlichen, zwischen Thieren und einzelligen Algen bestehenden Associationsverhältniss *(Symbiose)*, durch welches den Algenzellen Schutz und Wohnstätte zur Vegetation gesichert wird, dem Thierkörper aber der durch das Chlorophyll der Algenzellen vermittelte Stoffwechsel der Pflanze Vortheile gewährt, welche in der Zufuhr von Sauerstoff und organischem Nährmaterial bestehen. Ob freilich diese Erklärung für alle Fälle, in denen Chlorophyll in Thieren beobachtet wird, giltig ist, muss vorläufig noch unentschieden bleiben. Andererseits entbehren zahlreiche Pflanzen des Chlorophylls (Pilze und Schmarotzerpflanzen), so dass der Mangel des Chlorophylls für die Natur eines Organismus als Thier keine Entscheidung gibt.

Im innigen Zusammenhange mit dem für den Organismus der Pflanze so bedeutungsvollen Chlorophyll gestaltet sich auch der Stoffwechsel der-

[1]) Géza Entz, Ueber die Natur der Chlorophyllkörperchen niederer Thiere (Uebersetzung einer ungarischen Publication vom Jahre 1876), Biol. Centralblatt, 1882. K. Brandt, Ueber die morphol. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls. Archiv f. Anat. u. Phys. 1882, sowie in den Mittheilungen der zool. Station in Neapel, T. IV, 1883.

selben in eigenthümlicher, vom Stoffwechsel des Thieres verschiedener, geradezu entgegengesetzter Richtung.

Die Pflanze nimmt neben bestimmten Salzen (phosphorsaure und schwefelsaure Alkalien und Erden) besonders *Wasser, Kohlensäure* und *salpetersaure Salze* oder *Ammoniakverbindungen* auf und baut aus diesen binären anorganischen Substanzen die organischen Verbindungen höherer Stufe auf. Das Thier bedarf ausser der Aufnahme von Wasser und Salzen einer organischen Nahrung, vor Allem der Kohlenstoffverbindungen (Fette und Kohlenhydrate) und der stickstoffhaltigen Eiweisskörper, welche im Kreislauf des Stoffwechsels wieder zu Wasser, Kohlensäure und zu stickstoffhaltigen Spaltungsproducten (Amiden und Säuren), Kreatin, Tyrosin, Leucin, Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure etc. zerfallen. Die Pflanze scheidet, indem sie mittelst des Chlorophylls unter Einwirkung des Lichtes zunächst aus Kohlensäure und Wasser (Stärke), dann bei Aufnahme stickstoffhaltiger Verbindungen Eiweisskörper wahrscheinlich in den Chlorophyllkörnern bildet *(Assimilation)*, Sauerstoff aus, den wiederum das Thier zur Unterhaltung des Stoffwechsels durch seine Respirationsorgane aufnimmt. Die Richtung des Stoffwechsels und der Respiration ist daher in beiden Reichen eine sich gegenseitig bedingende, aber eine genau entgegengesetzte. Das Thierleben beruht auf Analyse zusammengesetzter Verbindungen und ist im Grossen und Ganzen ein Oxydationsprocess, durch welchen Spannkräfte in lebendige verwandelt werden (Bewegung, Erzeugung von Wärme, Licht). Die Lebensthätigkeit der Pflanze dagegen basirt, soweit sie sich auf Assimilation bezieht, auf Synthese und ist im Grossen und Ganzen ein Reductionsprocess, unter dessen Einfluss Wärme und Licht gebunden und lebendige Kräfte in Spannkräfte übergeführt werden.

Indessen zeigt sich auch dieser Unterschied nicht für alle Fälle als Kriterium verwendbar. Viele Schmarotzerpflanzen und fast sämmtliche Pilze haben im Zusammenhang mit dem Mangel des Chlorophylls überhaupt nicht das Vermögen der Assimilation, sondern saugen organische Säfte auf; auch zeigen dieselben eine dem Thiere entsprechende Respiration, indem sie Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausscheiden. Aber auch chlorophyllhaltige Phanerogamen können fertige organische Stoffe zur Nahrung aufnehmen. In neuerer Zeit ist die Aufmerksamkeit der Naturforscher, insbesondere durch Hooker und Darwin[1]), auf die merkwürdigen, übrigens schon im vorigen Jahrhundert (Ellis) beobachteten Ernährungs- und Verdauungsvorgänge bei einer Reihe von Pflanzen gelenkt worden, welche nach Art der Thiere kleine Organismen, besonders Insecten fangen, das organische Material derselben nach einem der thierischen Verdauung ähnlichen chemischen Processe durch die drüsenreiche Oberfläche aufsaugen [Blätter des

---

[1]) Vergl. besonders Ch. Darwin, Insectivorous plants. London 1875.

Sonnenthaues, *Drosera rotundifolia* (Fig. 7), und der Fliegenfalle, *Dionaea muscipula* (Fig. 8), ferner die kannenförmigen Blätter von *Nepenthes*].

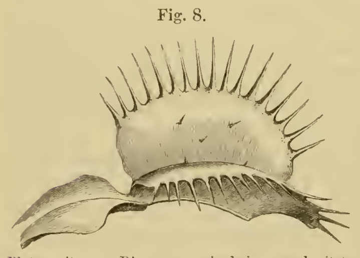
Dazu kommt, dass, wie bereits vor langer Zeit durch Saussure's Untersuchungen festgestellt worden ist, die Aufnahme von Sauerstoff in bestimmten Intervallen für alle Pflanzen nothwendig ist, dass an den nicht grünen, des Chlorophylls entbehrenden Pflanzentheilen und bei mangelndem Sonnenlicht, also zur Nachtzeit, auch an den grünen Theilen ein dem Thiere analoger Verbrauch von Sauerstoff und eine Ausathmung von Kohlensäure stattfindet. Im Pflanzenkörper besteht daher neben dem sehr ausgedehnten Desoxydationsprocess ganz regelmässig eine dem thierischen Stoffwechsel analoge Oxydation, durch welche ein Theil der assimilirten Substanzen wieder zerstört wird. Das Wachsthum der Pflanze ist ohne Sauerstoffverbrauch und Kohlensäure-Erzeugung unmöglich. Je energischer dasselbe vorschreitet, um so mehr Sauerstoff wird aufgenommen, wie in der That die keimenden Samen, die sich rasch entfaltenden Blatt- und Blüthenknospen in kurzer Zeit viel Sauerstoff verbrauchen und Kohlensäure ausscheiden. Hiemit im Zusammenhange sind die Bewegungen des Protoplasmas an Aufnahme und Verbrauch von Sauerstoff geknüpft. Auch die Erzeugung von Wärme (bei der Keimung) und von Lichterscheinungen *(Agaricus olearius)* tritt bei lebhaftem Sauerstoffverbrauch ein. Endlich gibt es Organismen (Hefezellen — Schizomyceten), welche zwar Stickstoffverbindungen und Eiweiss erzeugen, aber nicht Kohlenstoff assimiliren, diesen vielmehr fertigen Kohlenhydraten entziehen (Pasteur, Cohn). Dieselben verhalten sich daher bezüglich der ternären Verbindungen wie Thiere, während sie Proteïne zu bilden vermögen.

Fig. 7.



Blattspreite von *Drosera rotundifolia* mit theilweise angedrückten Tentakeln. (Nach Darwin.)

Fig. 8.

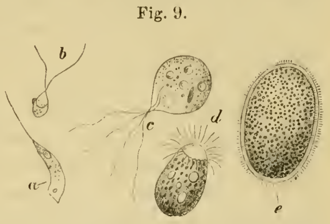


Blattspreite von *Dionaea muscipula* im ausgebreiteten Zustande. (Nach Darwin.)

5. Die *willkürliche Bewegung* und *Empfindung* gilt dem Begriffe nach als der Hauptcharakter des thierischen Lebens. In früherer Zeit hielt man das Vermögen der freien Ortsveränderung für eine nothwendige Eigenschaft des Thieres und betrachtete deshalb die festsitzenden Polypenstöcke als Pflanzen, bis der von Peyssonell geführte Nachweis von der thierischen Natur der Polypen durch den Einfluss bedeutender Naturforscher im vorigen Jahrhundert allgemeine

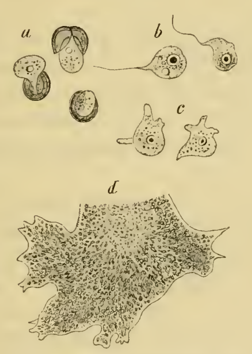
Anerkennung erlangte. Dass es auch Pflanzen und pflanzliche Entwicklungszustände mit freier Ortsveränderung gibt, wurde erst weit später mit der Entdeckung beweglicher Algensporen bekannt (Fig. 9), so dass man nun auf Merkmale, aus welchen die Willkür der Bewegung gefolgert werden konnte, zur Unterscheidung der thierischen und pflanzlichen Beweglichkeit sein Augenmerk richten musste. Als solches galt längere Zeit gegenüber den gleichförmigen, mit starrem Körper ausgeführten Bewegungen der Pflanze die Contractilität. Anstatt der Muskeln, welche bei niederen Thieren als besondere Gewebe hinwegfallen, bildet hier eine eiweisshaltige Substanz, *Sarcode*, die contractile Grundsubstanz des Leibes. Allein der als *Protoplasma* bekannte zähflüssige Inhalt der Pflanzenzelle besitzt ebenfalls die Fähigkeit der Contractilität und ist in den wesentlichsten Eigenschaften mit der Sarcode gleich. Beide zeigen die gleichen chemischen Reactionen und stimmen in dem häufigen Auftreten von *Wimpern, Vacuolen* und *Körnchenströmungen* überein. Auch pulsirende Räume, *contractile Vacuolen,* sind nicht ausschliessliches Attribut der Sarcode, sondern können ebenso in dem Protoplasma der Pflanzenzelle vorkommen *(Chaetophora)*. Während die Contractilität des Protoplasmas allerdings in der Regel durch die Cellulosemembran gehemmt wird, tritt sie an den nackten Schwärmzellen der *Saprolegnien,* vollends an den amoebenartigen Entwicklungsformen der Schleimpilze *(Myxomyceten)* in gleicher Intensität wie in der Sarcode der *Infusorien* und *Rhizopoden* auf. Die amoeboiden Bewegungen der Myxomycetenschwärmer und deren Plasmodien (Fig. 10) stehen an Intensität den echten zu den Rhizopoden gestellten Amoeben, z. B. *Amoeba polypodia (princeps),* nicht nach. (Fig. 11.)

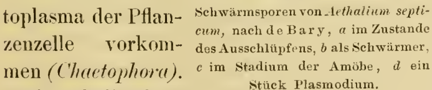
Fig. 9.



Schwärmsporen *a* von *Physarum*, *b* von *Monostroma*, *c* von *Ulothrix*, *d* von *Bedogonium*, *e* von *Vaucheria*. (Nach Reinke.)

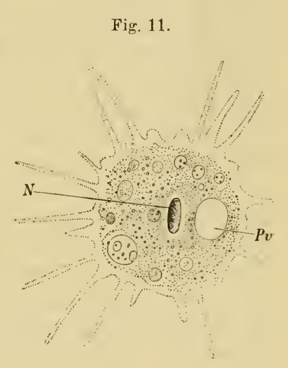
Fig. 10.





Schwärmsporen von *Aethalium septicum*, nach de Bary, *a* im Zustande des Ausschlüpfens, *b* als Schwärmer, *c* im Stadium der Amöbe, *d* ein Stück Plasmodium.

Fig. 11.



Amoeba (Dactylosphaera) polypodia. *N* Nucleus, *Pv* pulsirende Vacuole. (Nach Fr. E. Schulze.)

Bei den gleichartigen Bewegungserscheinungen niederer Thiere und Pflanzen suchen wir vergebens nach einem Kriterium der Willkür, deren Deutung dem subjectiven Ermessen des Beobachters unterworfen bleibt.

Das Vermögen der als Function der Materie unbegreifbaren Empfindung, welches überall da, wo es sich um willkürliche Bewegungen handelt, vorausgesetzt werden muss, ist keineswegs bei allen thierischen Organismen mit Sicherheit nachzuweisen. Einige niedere Thiere (Poriferen) scheinen nach dem gegenwärtigen Stande der Erfahrungen des Nervensystems zu entbehren und zeigen auf Reize geringe und nicht gerade intensivere Bewegungen als vegetabilische Organismen. Diese Irritabilität aber erscheint auch auf dem Gebiete höherer Pflanzen weit verbreitet. Die Sinnpflanzen bewegen ihre Blätter auf mechanische Reize der Berührung *(Mimosen)* oder beugen wie der Sonnenthau *(Drosera,* Fig. 7) kleine, mit Kölbchen endigende Stielchen der Blattfläche, Polypenarmen vergleichbar. Die Fliegenfalle *(Dionaea,* Fig. 8) schlägt die beiden Blatthälften klappenartig zusammen, wenn dieselben von Insecten berührt werden. Die Staubfäden der Centaureen verkürzen sich auf mechanische und elektrische Reize in ihrer ganzen Länge und nach ähnlichen Gesetzen wie die Muskeln der höheren Thiere. Viele Blüthen öffnen und schliessen sich unter dem Einflusse des Lichtes zu gewissen Tageszeiten.

Demnach erscheint die *Irritabilität* ebenso wie die *Contractilität* als Eigenschaft auch der pflanzlichen Gewebe und des Protoplasmas der Pflanzenzelle, und es ist nicht zu bestimmen, inwieweit *Willkür* und *Empfindung* oder deren Anfänge, die wir an diesen Erscheinungen der Pflanze ausschliessen, bei den ähnlichen Reizungs- und Bewegungsphänomenen niederer Thiere mit im Spiele sind.

Wir finden daher in keinem der besprochenen Merkmale thierischen und pflanzlichen Lebens ein durchgreifendes Kriterium und sind nicht im Stande, das Vorhandensein einer scharfen Grenze beider Reiche nachzuweisen. Thiere und Pflanzen entwickeln sich von dem gemeinsamen Ausgangspunkt des Protoplasmas allerdings nach verschiedenen Richtungen, die anfangs noch mannigfach ineinander übergreifen und erst mit der vollkommeneren Organisation in ihrem vollen Gegensatze deutlich werden. In diesem Sinne wird man, ohne eine scharfe Grenze zwischen beiden Organisationsreihen bestimmen zu wollen, den Begriff des Thieres durch die Zusammenfassung der jene Richtung bezeichnenden Merkmale umschreiben können.

Man wird demnach das *Thier* zu definiren haben: als den frei und willkürlich beweglichen, mit Empfindung begabten Organismus, welcher seine Organe im Innern des Leibes durch innere Flächenentfaltung entwickelt, einer organischen Nahrung bedarf, Sauerstoff einathmet, unter dem Einflusse der Oxydationsvorgänge im Stoffwechsel Spannkräfte in lebendige Kräfte umsetzt und Kohlensäure nebst stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten ausscheidet.

System. Geschichtlicher Ueberblick.[1])

Die zur Feststellung des Begriffes *„Thier“* vorausgeschickten Betrachtungen haben uns bereits eine Vorstellung von mannigfachen Vereinfachungen der thierischen Organisation gegeben und auf das Protoplasma als den Ausgangspunkt derselben hingewiesen. Wie sich aus der Eizelle in allmäliger Differenzirung der complicirte Organismus aufbaut und während seiner embryonalen Entwicklung und im freien Leben Zustände durchläuft, welche in aufsteigender Reihe zu einer immer höheren Entfaltung der Theile und zu vollkommeneren Leistungen der Organe führen, so offenbart sich auch auf dem grossen Gebiete der thierischen Lebensformen ein ähnliches Gesetz der allmälig fortschreitenden Entwicklung, des Aufsteigens vom Einfachen zum Mannigfaltigen sowohl in der Form des Leibes und in der Zusammensetzung seiner Theile, als in der Vollkommenheit der Lebenserscheinungen. Diese Abstufungen weisen auf eine nähere oder entferntere, in den mannigfachsten Gradationen ausgesprochene Verwandtschaft hin, zu deren Erklärung auf der einen Seite die Hypothese einer nach bestimmten Plänen der Organisation vor sich gegangenen Schöpfung, auf der anderen die Annahme einer natürlichen, vom Einfachen zum Complicirten fortgeschrittenen, im Laufe grosser Zeiträume allmälig erfolgten Entwicklung aufgestellt wurde. Da die erstere Lehre der Verzichtleistung einer Erklärung gleichkommt, die letztere aber mit dem Fortschritt der Wissenschaft zu einer Theorie ausgebildet wurde, mit welcher sich die Thatsachen des Naturlebens in guten Einklang bringen lassen, so werden wir nur diese Anschauung als wissenschaftlich berechtigt anzuerkennen haben.

Indessen leiten sich die Abstufungen der thierischen Organisation nicht wie die des aus dem Ei sich entwickelnden Individuums in einer einzigen continuirlichen Reihe auseinander ab, sondern die Parallele der Entwicklungsstufen des Thierreiches als Gesammtheit und der auf einander folgenden Zustände der einzelnen Lebensform weicht insofern auseinander, als wir gegenüber der einfachen, freilich oft scheinbar sprungweise oder discontinuirlich fortschreitenden Entwicklungsreihe des Individuums eine Anzahl zwar hie und da übergreifender, aber doch in ihrer höheren Entfaltung wesentlich verschiedener Kreise der thierischen Organisation unterscheiden und als höchste Abtheilungen des Systems betrachten. Dieselben lassen sich den Hauptästen eines vielfach verzweigten Baumes vergleichen. Wie in der organischen Welt Thier- und Pflanzenreich keine absolute Grenzscheide gestatten, vielmehr im Bereiche des niederen Lebens gar mancherlei Uebergänge zeigen, so gilt Gleiches auch für die grossen Thierkreise, welche in ihrer höheren Entfaltung zwar auch einheitliche und scharf abgeschlossene Formen der Organisation zu vertreten scheinen (Cuvier's

---

[1]) Victor Carus, Geschichte der Zoologie. München 1872.

Typen oder Baupläne), in ihren niederen einfacheren Zuständen und ihrer Entwicklung nach jedoch auf einen gemeinsamen Ursprung und näheren Verband hinweisen.

Die in den vorausgehenden Sätzen ausgesprochene Erkenntniss gehört freilich erst der jüngsten Zeit an. Bei der grossen Zahl thierischer Lebensformen war es im Beginne der wissenschaftlichen Betrachtung zunächst geboten, dieselben von einander zu unterscheiden und zu benennen. Es lag in der Natur der Sache, dass man zuerst auf die nächsten und am meisten auffälligen Eigenschaften aufmerksam wurde und nach diesen die nähere oder entferntere Beziehung der bekannt gewordenen Thierformen beurtheilte. So war schon frühzeitig das vielen Thieren Gemeinsame in Körperform, Bewegungs- und Lebensweise zu Abstractionen und Aufstellung allgemeiner Gruppen verwendet, und diese hatten schon mit der Entwicklung der Sprache bestimmte Bezeichnungen (Wurm, Fisch, Vogel etc.) erhalten. Innerhalb dieser Begriffe wurden die in immer grösserer Zahl bekannt gewordenen Einzelformen wiederum in Gruppen gebracht und auch diese nach bestimmten gemeinsamen Eigenschaften benannt. Von solchen im Leben des Volkes wurzelnden Anfängen entwickelte sich die Wissenschaft unter fortschreitender Zunahme der Erfahrungen zu präciserer Unterscheidung einer immer grösseren Zahl von Abstufungen der Aehnlichkeit und Verwandtschaft.

Der Beginn einer selbstständigen und wissenschaftlichen Betrachtung reicht weit in das Alterthum zurück, doch kann erst Aristoteles (im 4. Jahrh. v. Chr.), welcher die Erfahrungen seiner Vorgänger mit eigenen ausgedehnten Beobachtungen in philosophischem Geiste wissenschaftlich verarbeitete, als der Begründer dieser Wissenschaft gelten. Die wichtigsten seiner zoologischen Schriften [1]) handeln von der *„Zeugung der Thiere“*, von den *„Theilen der Thiere“* und von der *„Geschichte der Thiere“*. Leider ist das letzte wichtige Werk nur unvollständig erhalten. Man darf in Aristoteles nicht etwa einen descriptiven Zoologen und in seinen Werken ein ausgeführtes Thiersystem suchen wollen. Aristoteles betrachtete das Thier als lebendigen Organimus in allen seinen Beziehungen zur Aussenwelt, nach Entwicklung, Bau und Lebenserscheinungen, und schuf eine vergleichende Zoologie, die in mehrfacher Hinsicht als erste Grundlage unserer Wissenschaft dasteht. Es kann nicht als Tadel gelten, dass Aritoteles bei dem unzulänglichen Stande seiner Erfahrungen in vielfache Irrungen verfiel und unrichtige Erklärungsversuche machte, um so bewunderungswürdiger sind mehrere seiner Befunde, welche Jahrhunderte hindurch keine Beachtung fanden und erst in neuerer Zeit zu ihrem Verständniss der Wiederentdeckung bedurften

[1]) Vergl. besonders Jürgen Bona Meyer's Aristoteles' Thierkunde. Berlin 1855. A. v. Frantzius, Aristoteles' Theile der Thiere. Leipzig 1853. Aubert und Wimmer, Aristoteles' fünf Bücher von der Zeugung und Entwicklung der Thiere, übersetzt und erläutert. Leipzig 1860. Aubert und Wimmer, Aristoteles' Thierkunde, Band I und II. Leipzig 1868.

(Dottersackplacenta von Haifischen, Hectocotylusarm der Cephalopoden). Die Unterscheidung in *Blutthiere* (ἔναιμα) und *Blutlose* (ἄναιμα), welche er jedoch nicht als streng systematische Begriffe gebrauchte, beruhte insofern auf einem Irrthum, als der Besitz einer Blutflüssigkeit fast allen Thieren zukommt und die rothe Farbe keineswegs, wie Aristoteles glaubte, als Criterium des Blutes gelten kann; allein dem Inhalte nach stellte sie die zwei grossen Abtheilungen der *Wirbelthiere* und *Wirbellosen* gegenüber, wie auch bereits der Besitz einer knöchernen oder grätigen Wirbelsäule als Charakter der Blutthiere hervorgehoben wurde. Die acht Thiergruppen des Aristoteles sind folgende:

Blutthiere (ἔναιμα) = Wirbelthiere.

1) *Lebendig gebärende Thiere* (Vierfüsser, ζωοτοκοῦντα ἐν αὐτοῖς), neben welche als besonderes γένος die Wale gestellt werden,
2) *Vögel* (ὄρνιθες),
3) *eierlegende Vierfüsser* (τετράποδα ἢ ἄποδα ᾠοτοκοῦντα),
4) *Fische* (ἰχθύες).

Blutlose (ἄναιμα) = Wirbellose.

5) *Weichthiere* (μαλάκια),
6) *Weichschalthiere* (μαλακόστρακα),
7) *Kerfthiere* (ἔντομα),
8) *Schalthiere* (ὀστρακοδέρματα, Echinen, Schnecken und Muschelthiere).

Nach Aristoteles hat das Alterthum nur einen namhaften zoologischen Schriftsteller in Plinius dem Aelteren aufzuweisen, welcher bekanntlich bei dem grossen Ausbruch des Vesuv (79) als Flottencapitän seinen Tod fand. Die Naturgeschichte von Plinius behandelt die gesammte Natur von den Gestirnen an bis zu den Thieren, Pflanzen und Mineralien, ist aber lediglich eine aus vorhandenen Quellen zusammengetragene und keineswegs durchaus zuverlässige Compilation. Plinius schöpfte aus Aristoteles in reichem Masse, verstand ihn aber oft falsch und nahm auch hier und da alte, von Aristoteles zurückgewiesene Fabeln als Thatsachen wieder auf. Ohne ein eigenes System aufzustellen, unterschied er die Thiere nach dem Aufenthalte in *Landthiere* (Terrestria), *Wasserthiere* (Aquatilia) und *Flugthiere* (Volatilia), eine Eintheilung, die bis auf Gessner die herrschende blieb.

Mit dem Verfalle der Wissenschaft gerieth auch die Naturgeschichte in Vergessenheit. Der unter dem Banne des Autoritätsglaubens gefesselte menschliche Geist fand im Mittelalter kein Bedürfniss nach selbstständiger Naturbetrachtung. Aber in den Mauern christlicher Klöster fanden die Schriften des Aristoteles und Plinius ein Asyl, welches die im Heidenthum begründeten Keime der Wissenschaft vor dem Untergange schützte.

Während im Laufe des Mittelalters zuerst der spanische Bischof Isidor von Sevilla (im 7. Jahrh.) und später Albertus Magnus (im 13. Jahrh.) Bearbeitungen der Thiergeschichte (Ersterer noch nach dem Vorbilde von Plinius) lieferten, traten im 16. Jahrhundert mit dem Wieder-

aufblühen der Wissenschaft die Werke des Aristoteles wieder hervor, aber es regte sich auch bereits das Streben nach selbstständiger Beobachtung und Forschung. Werke, wie die von C. Gessner, Aldrovandus, Wotton (de differentiis animalium, 1552) zeugten von dem neu erwachenden Leben unserer Wissenschaft, deren Inhalt mit der Entdeckung neuer Welttheile immer mehr bereichert wurde. Dann im nachfolgenden Jahrhundert, in welchem Harvey den Kreislauf des Blutes, Keppler den Umlauf der Planeten entdeckte und Newton's Gravitationsgesetz die Physik in eine neue Bahn brachte, trat auch die Zoologie in eine fruchtbare Epoche ein. M. Aurelio Severino schrieb seine Zootomia democritaea (1645) und gab in derselben von verschiedenen Thieren anatomische Darstellungen, mehr zum Nutzen und zur Förderung der menschlichen Anatomie und der Physiologie. Swammerdam in Leyden zergliederte den Leib der Insecten und Weichthiere und beschrieb die Metamorphose der Frösche. Malpighi in Bologna und Leeuwenhoek in Delft benutzten die Erfindung des Mikroskops zur Untersuchung der Gewebe und der kleinsten Organismen (Infusionsthierchen). Letzterer entdeckte die Blutkörperchen und sah zuerst die Querstreifen der Muskulatur. Auch wurden von einem Studenten Hamm die Samenkörperchen entdeckt und wegen ihrer Bewegung als „Samenthierchen" bezeichnet. Der Italiener Redi bekämpfte die elternlose Entstehung von Thieren aus faulenden Stoffen, wies die Entstehung von Maden aus Fliegeneiern nach und schloss sich dem berühmten Ausspruch Harvey's: „Omne vivum ex ovo" an. Im 18. Jahrhundert gewann vornehmlich die Kenntniss von der Lebensgeschichte der Thiere eine ausserordentliche Bereicherung. Forscher wie Réaumur, Rösel von Rosenhof, de Geer, Bonnet, J. Chr. Schaeffer, Ledermüller etc. lehrten die Verwandlungen und die Lebensgeschichte der Insecten und einheimischen Wasserthiere kennen, während zu derselben Zeit durch Expeditionen in fremde Länder aussereuropäische Thierformen in reicher Fülle bekannt wurden. In Folge dieser ausgedehnten Beobachtungen und eines immer mehr wachsenden Eifers, das Merkwürdige aus fremden Welttheilen zu sammeln, war das zoologische Material in so bedeutendem Masse angewachsen, dass bei dem Mangel einer präcisen Unterscheidung, Benennung und Anordnung die Gefahr der Verwirrung nahe lag und der Ueberblick fast unmöglich wurde.

Unter solchen Verhältnissen musste das Auftreten eines Systematikers wie Carl Linné (1707—1778) für die fernere Entwicklung der Zoologie von grosser Bedeutung werden. Zwar hatten schon vorher die systematischen Bestrebungen in Ray, der mit Recht als Vorgänger Linné's an erster Stelle genannt wird, eine gewisse Grundlage, indessen keine durchgreifende methodische Gestaltung gewonnen. John Ray führte zuerst den Artbegriff[1]) ein

[1]) „Welche Formen nämlich der Species nach verschieden sind, behalten diese ihre specifische Natur beständig, und es entsteht die eine nicht aus dem Samen einer anderen oder umgekehrt."

und berücksichtigte anatomische Charaktere als Grundlage der Classification. In seiner 1693 erschienenen Schrift: „Synopsis der Säugethiere und Reptilien" schliesst er sich an Aristoteles' Eintheilung in Blutführende und Blutlose an. Bezüglich der ersten legte er den Grund zu den Definitionen der vier ersten Linné'schen Classen, die Blutlosen sonderte er in grössere (Cephalopoden, Crustaceen und Testaceen) und in kleinere (Insecten).

Ohne sich weitreichender Forschungen und hervorragender Entdeckungen rühmen zu können, wurde Linné durch die scharfe Sichtung und strenge Gliederung des Vorhandenen, durch die Einführung einer neuen Methode sicherer Unterscheidung, Benennung und Anordnung für die Entwicklung der Wissenschaft von grosser Bedeutung. Indem er für die Gruppen verschiedenen Umfanges in den Begriffen der Art, Gattung, Ordnung, Classe eine Reihe von Kategorien aufstellte, gewann er die Mittel, um ein System von präciser Gliederung zu schaffen. Andererseits führte er mit dem Principe der *binären Nomenclatur* eine bestimmte Bezeichnung ein. Jedes Thier erhielt zwei aus der lateinischen Sprache entlehnte Namen, den voranzustellenden Gattungsnamen und den Speciesnamen, welche die Zugehörigkeit der fraglichen Form zu der bestimmten Gattung und Art bezeichnen. In dieser Weise ordnete Linné nicht nur das Bekannte, sondern schuf zur übersichtlichen Orientirung ein systematisches Fachwerk, in welchem sich spätere Entdeckungen leicht an sicherem Orte eintragen liessen.

Das Hauptwerk Linné's: *„Systema naturae"*, welches in dreizehn Auflagen mannigfache Veränderungen erfuhr, umfasst das Mineral-, Pflanzen- und Thierreich und ist seiner Behandlung nach am besten einem ausführlichen Kataloge zu vergleichen, in welchem der Inhalt der Natur wie der einer Bibliothek, unter Angabe der bemerkenswerthesten Kennzeichen, in bestimmter Ordnung einregistrirt wurde. Jede Thier- und Pflanzenart erhielt nach ihren Eigenschaften einen bestimmten Platz und wurde in dem Fache der Gattung mit dem Speciesnamen eingetragen. Auf den Namen folgte die in kurzer lateinischer Diagnose ausgedrückte Legitimation, dieser schlossen sich die Synonyma der Autoren und Angaben über Lebensweise. Aufenthaltsort, Vaterland und besondere Kennzeichen an.

Wie Linné auf dem Gebiete der Botanik das künstliche, auf die Merkmale der Blüthen begründete Pflanzensystem schuf, so war auch seine Classification der Thiere eine künstliche, weil sie nicht auf der Unterscheidung natürlicher Gruppen beruhte, sondern vereinzelte Merkmale des inneren und äusseren Baues als Charaktere verwerthete. Linné brachte die bereits von Ray begründeten Verbesserungen der Aristotelischen Eintheilung zur Durchführung, indem er nach der Bildung des Herzens, der Beschaffenheit des Blutes, nach der Art der Fortpflanzung und Respiration folgende sechs Thierclassen aufstellte:

1) *Säugethiere, Mammalia.* Mit rothem warmen Blute, mit einem aus zwei Vorkammern und zwei Herzkammern zusammengesetzten

Herzen, lebendig gebärend. Als Ordnungen wurden unterschieden: *Primates* (mit den vier Gattungen *Homo, Simia, Lemur, Vespertilio*), *Bruta (Bradypus, Myrmecophaga, Manis, Dasypus, Rhinoceros, Elephas, Trichechus), Ferae* (mit *Didelphys* und den *Insectivoren*), *Glires, Pecora* (die Wiederkäuer), *Belluae (Sus, Tapir, Hippopotamus, Equus), Cete.*

2) *Vögel, Aves.* Mit rothem warmen Blute, mit einem aus zwei Vorkammern und zwei Herzkammern zusammengesetzten Herzen, eierlegend. *Accipitres, Picae, Anseres, Grallae, Gallinae, Passeres.*

3) *Amphibien, Amphibia.* Mit rothem kalten Blute, mit einem aus einfacher Vor- und Herzkammer gebildeten Herzen, durch Lungen athmend. *Reptilia (Testudo, Draco, Lacerta, Rana), Serpentes.*

4) *Fische, Pisces.* Mit rothem kalten Blute, mit einem aus einfacher Vor- und Herzkammer gebildeten Herzen, durch Kiemen athmend. *Apodes, Jugulares, Thoracici, Abdominales, Branchiostegi, Chondropterygii.*

5) *Insecten, Insecta.* Mit weissem Blute und einfachem Herzen, mit gegliederten Fühlern. *Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Diptera, Aptera.*

6) *Würmer, Vermes.* Mit weissem Blute und einfachem Herzen, mit ungegliederten Fühlfäden. *Mollusca (Aphrodite, Nais* etc. *Actinia, Ascidia, Salpa, Holothuria, Lernaea, Sepia, Clio, Medusa, Asterias, Echinus* etc.), *Intestina, Testacea (Argonauta, Nautilus, Chiton, Lepas, Patella, Dentalium* und die *Bivalven* und *Schnecken), Zoophyta (Tubipora, Madrepora* etc., *Cellepora, Alcyonium, Spongia, Hydra* etc.), *Infusoria.*

Während die Nachfolger Linné's die trockene und einseitig zoographische Behandlung weiter ausbildeten und das gegliederte Fachwerk des Systems irrthümlich als das „Naturgebäude“ ansahen, erkannten einzelne hervorragende Forscher die Mängel des Linné'schen Systems und suchten dasselbe zu verbessern und umzugestalten. Buffon, ein Feind der Classificationen, glaubte in dem Systeme überhaupt einen dem Geiste auferlegten Zwang zu erkennen und deutete bereits auf einen einheitlichen, stufenweise abändernden Plan im Thierreich hin mit den Worten: „Es gibt eine ursprüngliche und allgemeine Vorzeichnung, die man weit verfolgen kann.“ Von grosser Bedeutung waren aber in erster Linie die von Lamarck vorgeschlagenen, der „natürlichen Stufenordnung“ entsprechenden Aenderungen des Systems, indem dieselben die Linné'sche Classe der Würmer in eine Reihe von Classen auflösten und diese nebst der Classe der Insecten als *Wirbellose* den vier ersten Classen oder *Wirbelthieren* gegenüberstellten. Schon im Jahre 1794 unterschied Lamarck neben den *Wirbelthier*classen die fünf Classen der *Mollusken, Insecten, Würmer, Echinodermen* und *Polypen,* die er jedoch später vermehrte, bis er schliesslich dem Inhalt der

Wirbellosen, vom Verwickelten zum Einfachen absteigend, in den zehn Classen der *Mollusken, Cirripedien, Anneliden, Crustaceen, Arachniden, Insecten, Würmer, Radiaten* (an Stelle der Echinodermen mit Einschluss der Weichstrahlthiere oder Acalephen), *Polypen* und *Infusorien* seine Anordnung gab. Somit war in bedeutungsvoller Weise dem Systeme vorgearbeitet, mit welchem Cuvier hervortrat, einem Systeme, welches durch Verschmelzung der zoologischen und anatomischen Charaktere den Anforderungen eines natürlichen Systems näher kam.

Georg Cuvier, geboren zu Mömpelgard 1769 und erzogen auf der Karls-Akademie zu Stuttgart, später Professor der vergleichenden Anatomie am Pflanzengarten zu Paris, veröffentlichte seine umfassenden Forschungen in zahlreichen Werken, insbesondere in den *„Leçons d'anatomie comparée“* (1805).

Erst 1812 stellte er in seiner berühmt gewordenen Abhandlung [1]) über die Eintheilung der Thiere nach ihrer Organisation eine neue, wesentlich veränderte Classification auf, welche einem natürlichen System näher kam. Cuvier betrachtete nicht, wie dies bisher von den meisten Zootomen geschehen war, die anatomischen Funde und Thatsachen an sich als Endzweck der Untersuchungen, sondern stellte vergleichende Betrachtungen an, die ihn zur Aufstellung allgemeiner Sätze führten. Indem er die Eigenthümlichkeiten in den Einrichtungen der Organe auf das Leben und die Einheit des Organismus bezog, erkannte er die gegenseitige Abhängigkeit der einzelnen Organe und ihrer Besonderheiten und entwickelte in richtiger Würdigung der schon von Aristoteles erörterten „Correlation“ der Theile sein Princip der nothwendigen Existenzbedingungen, ohne welche das Thier nicht leben kann *(principe de conditions d'existence ou causes finales).* „Der Organismus bildet ein einiges und geschlossenes Ganze, in welchem einzelne Theile nicht abändern können, ohne an allen übrigen Theilen Aenderungen erscheinen zu lassen.“ Indem er aber die Organisation der zahlreichen verschiedenen Thiere verglich, fand er, dass die bedeutungsvollen Organe die constanteren sind, die weniger wichtigen in ihrer Form und Ausbildung am meisten abändern, auch nicht überall auftreten. So wurde er zu dem für die Systematik verwertheten Satz von der Unterordnung der Merkmale *(principe de la subordination des caractères)* geleitet. Ohne von der vorgefassten Idee der Einheit aller thierischen Organisation beherrscht zu sein, gelangte er vornehmlich unter Berücksichtigung der Verschiedenheiten des Nervensystems und der nicht überall übereinstimmenden gegenseitigen Lagerung der wichtigeren Organsysteme zu der Ueberzeugung, dass es im Thierreich vier Hauptzweige *(Embranchements)* gebe, gewissermassen „allgemeine Baupläne, nach denen die zugehörigen Thiere modellirt zu sein scheinen und deren einzelne Unterabtheilungen, wie sie auch bezeichnet werden

---

[1]) Sur un nouveau rapprochement à établir entre les classes qui composent le règne animal. Ann. du Musée d'hist. nat., Tom. XIX, 1812.

mögen, nur leichte, auf die Entwicklung oder das Hinzutreten einiger Theile gegründete Modificationen sind, in denen aber an der Wesenheit des Planes nichts geändert ist".

Indessen schon Lamarck hatte erkannt und ausgesprochen, dass seine zehn Classen der Wirbellosen nach Charakteren der Organisation und Lagenbeziehung der Organe in mehrere den Vertebraten gleichwerthige Reihen zu ordnen seien, so dass es im Grunde nur einer entsprechenden Gruppirung, Namenveränderung und Umordnung jener Classen bedurfte, um diese allgemeineren Abtheilungen zu finden und Cuvier's vier Kreise (*Embranchements* Cuvier, *Typen* Blainville) der *Vertebrata* oder Wirbelthiere, *Mollusca* oder Weichthiere, *Articulata* oder Gliederthiere und *Radiata* oder Strahlthiere zu erhalten. Man ersieht diese Beziehung aus nachfolgender Zusammenstellung:

I. Vertebraten.	*II. Articulaten.*	*III. Mollusken.*	*IV. Radiaten.*
1. Säugethiere,	5. Insecten,	9. Cirripeden,	11. Acalephen, Echinodermen,
2. Vögel,	6. Arachnoideen,	10. die Mollusken-Ordnungen Lamarck's als Classen.	12. Vermes (intestinales),
3. Reptilien,	7. Crustaceen,		13. Polypen,
4. Fische.	8. Anneliden.		14. Infusorien.

Den Anschauungen Cuvier's, der wie keiner seiner Zeitgenossen insbesondere das anatomische Detail beherrschte, standen jedoch die Lehren bedeutender Männer (der sogenannten naturphilosophischen Schule) gegenüber. In Frankreich vor Allem vertrat Etienne Geoffroy St. Hilaire[1]) die bereits von Buffon ausgesprochene Idee vom Urplane des thierischen Baues, nach welcher eine ununterbrochene, durch continuirliche Uebergänge vermittelte Stufenfolge der Thiere existiren sollte. Ueberzeugt, dass die Natur stets mit denselben Materialien arbeite, stellte er die Theorie der Analogien *(théorie des analogues)* auf, nach welcher dieselben Theile, wenn auch nach Form und nach dem Grade ihrer Ausbildung verschieden, bei allen Thieren vorhanden seien, und glaubte weiter in seiner Theorie der Verbindungen *(principe des connexions)* ausführen zu können, dass die gleichen Theile auch überall in gleicher gegenseitiger Lage auftreten. Als dritten Hauptsatz verwerthete er das Princip vom Gleichgewichte der Organe *(principe du balancement des organes)*, indem jede Vergrösserung des einen Organs mit einer Verminderung eines andern verbunden sein sollte. Dieser Grundsatz führte in der That zu einer fruchtbaren Betrachtungsweise und zur wissenschaftlichen Begründung der Teratologie. Die Verallgemeinerungen waren jedoch übereilt, indem sie über die Wirbelthiere hinaus nicht mit den Thatsachen stimmten und beispielsweise zu der Ansicht, die Insecten

[1]) Etienne Geoffroy St. Hilaire, Sur le principe de composition organique, 1828.

seien auf den Rücken gekehrte Wirbelthiere, und zu anderen gewagten Auffassungen führen mussten. In Deutschland sprachen sich Goethe und die Naturphilosophen Oken und Schelling für die Einheit der thierischen Organisation aus, ohne freilich den thatsächlichen Verhältnissen in umfassender Weise Rechnung zu tragen.

Schliesslich ging aus diesem Kampfe, der in Frankreich mit Heftigkeit geführt worden war, die Auffassung Cuvier's siegreich hervor, und die Principien seines Systems fanden um so ungetheilteren Beifall, als es den Anschein gewann, dass dieselben durch die Resultate der entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten C. E. v. Baer's bestätigt seien. Indessen wurden durch die späteren Forschungen mancherlei Mängel und Irrthümer in Cuvier's Eintheilung aufgedeckt und im Einzelnen Vieles verändert, allein die *Aufstellung von Thierkreisen als höchster Gruppen des Systems* wurde durch die Resultate der sich ausbildenden Wissenschaft von der Entwicklungsgeschichte der Thiere nicht widerlegt. Zunächst waren es die grossen Fortschritte der vergleichenden Anatomie (R. Owen, Joh. Müller, Huxley, Rathke, Gegenbaur) und der zu einer umfassenden Wissenschaft sich entwickelnden *Histologie* (Max Schultze, Kölliker), welche die Verbesserung und Umgestaltung der Cuvier'schen Classification zur Folge hatten.

Die wesentlichsten Veränderungen des Cuvier'schen Systems beziehen sich auf die Vermehrung der Typenzahl. C. Th. v. Siebold war es, welcher aus dem Thierkreis der *Radiaten,* für den er die Bezeichnung *Zoophyten* gebrauchte, sowohl die Eingeweidewürmer als die Infusorien ausschied. Diese letzteren fasste er mit den inzwischen näher bekannt gewordenen Rhizopoden in dem Thierkreise der *Protozoa* oder Urthiere zusammen, während er die Eingeweidewürmer mit den Anneliden in einem besonderen Kreise der *Würmer* vereinigte und an Stelle der Articulatea mit den in diesem Kreise verbleibenden Classen der Crustaceen, Spinnen und Insecten (nebst Myriapoden) den Namen *Arthropoda* einführte. Später wurde durch R. Leuckart auch der Radiaten- oder Zoophytenkreis in zwei Kreise, in die *Echinodermata* und *Coelenterata,* aufgelöst.

Endlich hat es sich in jüngster Zeit ergeben, dass eine Anzahl von Thiergruppen, die bisher dem Molluskenkreise eingeordnet waren, in diesem keine naturgemässe Stellung haben. Es sind das die zweischaligen *Brachiopoden,* die *Bryozoen* und die *Tunicaten,* von denen wir die beiden ersten zu dem Kreise der *Molluscoiden* vereinigen und den Würmern anschliessen, die *Tunicaten* aber als selbstständigen Kreis den Vertebraten voraus-stellen.

Es würde sich demnach die Zahl der Hauptabtheilungen im Thierreiche auf 9 erhöhen.

Die Cuvier'sche Auffassung hat jedoch insofern eine wesentliche Modification erfahren, als die *Vorstellung von der absoluten Selbstständigkeit,* dem ohne Uebergänge begrenzten Abschlusse eines jeden Kreises, aufge-

geben werden musste. Es haben sich durch Verbindungsglieder Verknüpfungen verschiedener Typen nach mehrfachen Richtungen hin nachweisen lassen, welche den scharfen Gegensatz derselben besonders für die ersten Anfänge und tieferen Stufen ihrer Gestaltung beseitigten. Aber ebensowenig wie die Uebergangsformen zwischen Thier und Pflanze die Unterscheidung der beiden allgemeinsten Begriffe im Reiche des Organischen aufzuheben im Stande sind, wird durch solche Verbindungsglieder der Begriff von Thierkreisen oder Typen als der höchsten Abtheilungen des Thiersystems widerlegt, sondern nur ein ähnlicher oder ein gemeinsamer Ausgangspunkt für die Ausbildung verschiedener Formreihen wahrscheinlich gemacht.

Und dem entspricht die mit dem Fortschritte der Entwicklungsgeschichte bekannt gewordene Thatsache, dass in verschiedenen Typen nahe übereinstimmende Larvenzustände und ähnliche Gewebsschichten (Keimblätter) der Embryonalanlage auftreten, die auf einen genetischen Zusammenhang hinweisen. Ebenso ist durch die Ergebnisse anatomischer und embryologischer Vergleichung mit hohem Grade von Wahrscheinlichkeit festgestellt worden, dass die Typen keineswegs vollkommen coordinirt nebeneinanderstehen, sondern in näherer oder entfernterer Beziehung einander subordinirt sind, dass insbesondere die höheren Thierkreise genetisch von den Würmern abzuleiten sind.

Wir halten es unter solchen Verhältnissen dem augenblicklichen Stande der Wissenschaft für angemessen, neun Typen als höchste Abtheilungen zu unterscheiden und in folgender Weise zu charakterisiren:

1. *Protozoa.* Einzellige Organismen von geringer Grösse, mit Differenzirungen innerhalb des Protoplasmaleibes, mit vorwiegend ungeschlechtlicher Fortpflanzung. Classen: *Rhizopoda, Infusoria.*

2. *Coelenterata.* Radiärthiere, von zwei-, vier- oder sechsstrahligem Baue mit bindegewebigem, oft gallertigem oder auch festem, oft verkalktem Stützgewebe und centraler, den Darm vertretenden Cavität (Gastrovascularraum). 1. Unterkreis *Spongiaria.* Classe: *Porifera.* 2. Unterkreis *Cnidaria.* Classen: *Polypomedusae (Hydromedusae, Siphonophorae, Scyphomedusae), Anthozoa, Ctenophorae.*

3. *Echinodermata.* Radiärthiere von vorherrschend fünfstrahligem Baue mit verkalktem, oft stacheltragendem Hautskelet, mit gesondertem Darm und Gefässsystem, mit Ambulacralsystem. Classen: *Crinoidea, Asteroidea, Echinoidea, Holothurioidea.*

4. *Vermes.* Bilateralthiere mit ungegliedertem oder gleichartig (homonom) segmentirtem Körper, ohne gegliederte Segmentanhänge (Gliedmassen), mit paarigen Excretionscanälen. Classen: *Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelides, Rotatoria.*

5. *Molluscoidea.* Bilateralthiere ohne Gliederung, mit bewimpertem Tentakelapparat in der Umgebung des Mundes oder mit spiralig aufgerollten sogenannten Mundarmen, im ersteren Falle polypenähnlich und mit

fester Schalenkapsel, im zweiten Falle muschelähnlich mit vorderer dorsaler und hinterer ventraler Schalenklappe, mit einem oder mit mehreren, durch einen Schlundring verbundenen Ganglien. Classen: *Bryozoa, Brachiopoda.*

6. *Mollusca.* Bilateralthiere mit weichem ungegliederten Körper, ohne locomotives Skelet, meist von einer einfachen oder zweiklappigen Kalkschale, dem Absonderungsproduct einer Hautduplicatur (Mantel), bedeckt, mit Gehirn, Fussganglion und Eingeweideganglion, mit bauständigem muskulösen Fuss. Classen: *Solenogastres, Lamellibranchiata, Scaphopoda, Gastropoda, Cephalopoda.*

7. *Arthropoda.* Bilateralthiere mit heteronom segmentirtem Körper und gegliederten Segmentanhängen (Gliedmassen), mit Gehirn und Bauchganglienkette. Classen: *Crustacea, Arachnoidea, Onychophora, Myriapoda, Hexapoda.*

8. *Tunicata.* Bilateralthiere ohne Gliederung, von sackförmiger oder tonnenförmiger Leibesgestalt, mit dickem Integument (Mantel), einfachem Ganglion, mit Herz und mit weitem, zugleich zur Respiration dienendem Pharyngealsack (Kiemensack). Classen: *Tethyodea, Thaliacea.*

9. *Vertebrata.* Bilateralthiere mit innerem knorpeligen oder knöchernen gegliederten Skelet (Wirbelsäule), welches durch dorsale Ausläufer (obere Wirbelbogen) eine Höhle zur Aufnahme des Rückenmarks und Gehirns, durch ventrale (Rippen) eine Höhle zur Aufnahme vegetativer Organe umschliesst, mit höchstens zwei Extremitätenpaaren. Classen: *Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves, Mammalia.*

Individuum. Organ. Thierstock.

Der Organismus der höheren Thiere erweist sich nach Form (morphologisch) und Lebensthätigkeiten (physiologisch) als eine untheilbare Einheit. Abgeschnittene Theile ergänzen sich nicht zu neuen Thieren, wir können meist nicht einmal Stücke des Leibes entfernen, ohne das Leben des Organismus zu gefährden, denn nur als Complex sämmtlicher Theile des Leibes erhält sich derselbe in voller Lebensenergie. Mit Beziehung auf die Eigenschaft der Untheilbarkeit bezeichnet man den Organismus als *„Individuum“* und versteht im Gegensatze zu demselben unter Organ [1]) jeden

[1]) Für die Organe gilt die Unterscheidung in solche höherer und niederer Ordnung. Es gibt Organe, welche sich auf die Zelle (Elementarorgan), beziehungsweise auf einen Complex gleichartiger Zellen (einfache Organe) zurückführen lassen, und solche, an deren Bildung verschiedenartige Zellencomplexe und Zellengewebe betheiligt sind (zusammengesetzte Organe) und welche sich häufig zugleich in verschiedene, nach Bau und Leistung ungleichwerthige Abschnitte gliedern. Für die zusammengesetzten Organe höherer Ordnung fungiren die einzelnen Abschnitte und für diese wiederum die Zellenaggregate und die Complexe von Zellenderivaten als untergeordnete Organe, für welche schliesslich die Zelle als das einfachste Organ dasteht. Zusammengesetzte Organe verschiedener Ordnung bezeichnet man auch wohl als *Organsysteme* (Gefässsystem, Nervensystem) und *Organapparate* (Verdauungsapparat).

Körpertheil, welcher als eine der höheren Einheit des Organismus untergeordnete Einheit eine bestimmte äussere und innere Gestaltung zeigt, sowie eine dieser entsprechende Function ausübt, somit eines jener zahlreichen Werkzeuge ist, auf deren ineinander greifender Arbeit das Leben des Individuums beruht.

Ganz anders verhalten sich niedere Thiere. Nicht nur, dass bei denselben die Regenerationsfähigkeit verletzter oder zerstörter Theile eine sehr bedeutende ist, auch die Theilung in zwei oder mehrere Stücke, welche vom Mutterleibe getrennt für sich fortbestehen und zu Tochterthieren werden, erscheint bei Würmern, *Echinodermen, Coelenteraten* und *Protozoen* ein verbreiteter Vorgang. Beispielsweise vermögen Anneliden das verlorene Schwanzende wieder zu erzeugen, ja sogar den abgetrennten Kopf mit Fühlern und Augen durch einen neugebildeten zu ersetzen. Nicht minder tiefgreifend ist die Regenerationsfähigkeit der Seesterne und Holothurien. Es ist eine Art *Knospung* aus dem Materiale der noch indifferenten Gewebslagen, welche an Stelle der verloren gegangenen Körpertheile gleichwerthige neue Theile hervorwachsen lässt und bei den noch einfacher organisirten Coelenteraten und Infusorien zu einer Theilung des Mutterthieres in zwei einander gleiche vollständige Tochterthiere führt. Hier lässt uns also der höheren Thieren entlehnte Begriff vom Individuum im Stich.

Bleiben die zu neuen Organismen differenzirten Knospen oder Theilstücke mit einander vereinigt, so entstehen Thierstöcke, deren Glieder zwar eine bestimmte, der Entwicklung nach als individuell zu bezeichnende Gestalt besitzen und somit morphologisch die Individualität repräsentiren, sich physiologisch aber zu dem Thierstocke wie Organe verhalten, welche jedoch in dem Falle für sich gesondert nicht fortbestehen können und als Einzelwesen zu Grunde gehen, wenn sie untereinander in Form und Leistungen differiren und sich bei verschiedenem Verhalten ihrer Form und ihres Baues in die Arbeiten theilen, die zur Erhaltung der Gesammtheit erforderlich sind. Solche *polymorphe* Thierstöcke zeigen in ihrer Erscheinung alle Eigenschaften eines Individuums, obwohl sie *morphologisch* Vereinigungen von Individuen entsprechen, welche sich *physiologisch* wie Organe verhalten (Fig. 5).

Aber nicht nur zwischen Thierstock und dem herkömmlich als solches bezeichneten Individuum, auch zwischen diesem und dem Organ wird es hinsichtlich des Begriffes von Individuum unmöglich, eine scharfe Grenze zu ziehen. Organe und häufiger noch Complexe von Organen vermögen sich vom Organismus getrennt am Leben zu erhalten und somit eine selbstständig gewordene Einheit vorzustellen. Und dasselbe gilt von Organ und Zelle, welche als das Elementarorgan aller Organe zu betrachten ist, im Körper der höher organisirten Thiere, der *Metazoen* und in demselben auch als isolirte Einheit auftritt (Blutzellen), während sie bei den *Protozoen* den gesammten Organismus repräsentirt. Diese einfachste und niederste Indi-

vidualitätsstufe, die *Zelle*, widerspricht aber vollends dem herkömmlichen Begriff von Individuum, insofern dieselbe, und Gleiches gilt für die *Protozoen*, sich durch Theilung vermehrt. Die Theilbarkeit[1]) der Zelle ist sogar die fundamentale Bedingung zur Entwicklung und Erhaltung der Organismen. Wir haben demnach Individualitätsstufen verschiedener Ordnung anzunehmen und als solche in aufsteigender Folge die *Zelle, Organ, Organcomplex, Vielheit gleichartiger Organcomplexe* zu unterscheiden.

Auch in dem Leibe des als Individuum betrachteten Thieres tritt nicht jedes Organ in nur einfacher Zahl auf, häufig wiederholen sich gleichartige Organe in mehrfacher Zahl, in gesetzmässiger Lage. Dieselbe ist zunächst abhängig von der Architektonik des Leibes, die man als radiäre und bilaterale unterscheidet.

Bei den *radiär* gebauten Thieren ist man im Stande, zwei einander gegenüberliegende Punkte des Körpers als Pole durch eine Achse zu verbinden, welche man als Hauptachse bezeichnen kann. Man vermag durch dieselbe eine Anzahl Schnittebenen zu legen, welche den Körper in symmetrische, unter sich congruente Theilstücke, *Antimeren*, zerlegen. Die in einfacher Zahl vorhandenen Organe fallen in die Hauptachse des Leibes, während sich die übrigen Organe im Umkreise jener in den Theilstücken gleichmässig wiederholen. Jedes Antimer enthält daher einen bestimmten Organcomplex und repräsentirt für sich eine untergeordnete Einheit, eine Individualitätsstufe niederer Ordnung, welche mit den übrigen durch die in nur einfacher Zahl vorhandenen Organe zu der übergeordneten Einheit des Ganzen zusammengehalten wird.

In jeder rechtwinkelig zur Hauptachse des radiären Thieres gelegten Ebene wird man je nach der Anzahl der Antimeren durch die Mitte der letzteren eine jener entsprechende, verschieden grosse Zahl von Linien zu ziehen im Stande sein und eine eben so grosse Zahl von Linien zwischen den anstossenden Antimeren unterscheiden. Die ersteren werden als *Hauptstrahlen* oder *Radien*, die letzteren als *Zwischenstrahlen* oder *Interradien* bezeichnet. Die durch jeden Radius gelegte Verticalebene trifft die Mitte des dem betreffenden Antimer zugehörigen Organcomplexes und halbirt das Antimer, während die gleiche durch einen Interradius gelegte Verticalebene benachbarte Antimeren von einander abgrenzt. Nach der Zahl der Radien, welche stets derjenigen der Interradien gleich ist, werden die Radiaten als 2, 3, 4, 5 . . . x-strahlig bezeichnet. Bei den ungeradstrahligen (3, 5, 7 . . .) fallen stets ein Radius und Interradius in die gleiche Ebene, mit anderen

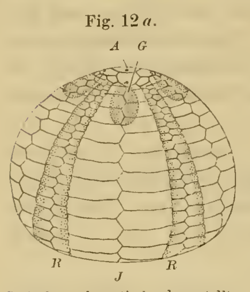
---

[1]) Es gibt freilich eine noch unendlich kleinere, tiefer stehende Einheit, aus welcher die Theile der Zelle bestehen und die wir als den Träger der Lebensvorgänge betrachten. die vitale Einheit (Biophor). Dieser letzten theoretisch nothwendig gedachten Einheit schreiben wir die Untheilbarkeit zu.

Worten, die Verlängerung eines jeden Hauptstrahles erweist sich als Zwischenstrahl (Fig. 12*a, b* und Fig. 13).

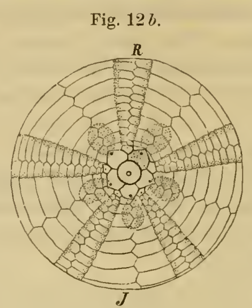
Bei den geradstrahligen Radiaten fallen umgekehrt in eine Verticalebene je zwei gegenüberliegende Radien oder zwei ebensolche Interradien, wenn man hier überhaupt von Interradien und nicht von Radien zweiter Ordnung reden will. Ein Verticalschnitt, welcher einen Hauptstrahl trifft, nimmt in seiner Verlängerung auch den Hauptstrahl des gegenüberliegenden Antimers auf. Das vierstrahlige Radiat beispielsweise besitzt demgemäss vier Antimeren, welche durch zwei sich rechtwinkelig kreuzende, die vier Radien treffende Verticalebenen halbirt, durch zwei zwischen diese gelegte Verticalebenen der betreffenden Interradien oder Radien zweiter Ordnung getrennt werden (Fig. 14).

Fig. 12 *a*.



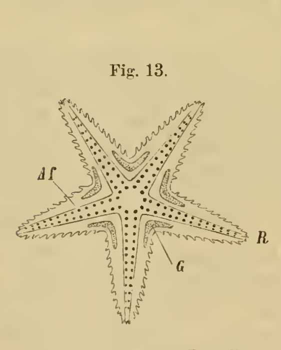
Seeigel, schematisch dargestellt. *J* Interradius mit den beiden Reihen von Interambulacralplatten und dem Genitalorgan *G*, *R* Radien mit den beiden von Ambulacralporen durchbrochenen Ambulacralplattenreihen, *A* After.

Fig. 12 *b*.



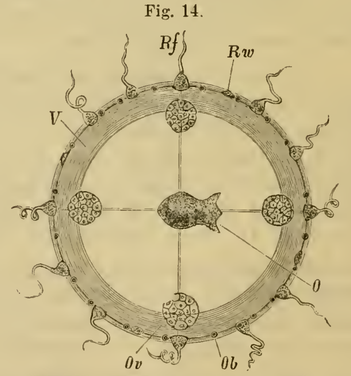
Seeigelschale vom Scheitel gesehen. *R* Radius mit den durchbohrten Plattenpaaren, *J* Interradius mit dem zugehörigen Genitalorgan und dessen Porus.

Fig. 13.



Seestern in schematischer Darstellung. *G* Genitalorgan in den Interradien, *Af* Lage der Ambulacralfüsschenreihen in den Radien *(R)*.

Fig. 14.



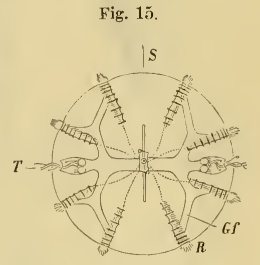
Phialidium variabile, von der Subumbrellarseite aus dargestellt. *V* Velum, *C* Mund, *Ov* Ovarien, *Ob* Gehörbläschen, *Rf* Randfäden, *Rw* Randwülste.

Die *zweistrahlige* Radiatenform (der Ctenophoren oder Rippenquallen) besitzt dagegen nur zwei gegenüberliegende Hauptstrahlen, welche in eine gemeinsame Verticalebene fallen. Die zweite, mit dieser rechtwinkelig sich kreuzende Ebene trifft die Zwischenstrahlen beider Antimeren und trennt

diese. Man wird die erstere, in welcher sich bestimmte Organe wiederholen, als *Transversalebene* (Trichterebene), die mit derselben rechtwinkelig sich kreuzende, der Medianebene der Bilateralthiere entsprechende Ebene als *Sagittalebene* (Magenebene) bezeichnen können (Fig. 15).

Bei der *bilateralen* Architektonik, die man schon in jedem Antimer der Radiaten durchgeführt findet, ist durch die Längsachse nur eine Ebene, die *Medianebene,* denkbar, mit der Eigenschaft, den Leib in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften (eine rechte und linke) zu zerlegen. Man kann diese spiegelbildlich gleichen Hälften den Antimeren gegenüber als *Parameren* bezeichnen. Man unterscheidet am bilateralen Körper ein Vorne und Hinten, ein Rechts und Links, eine Rücken- und Bauchseite. Die unpaaren, in nur einfacher Zahl auftretenden Organe fallen in die Medianebene, zu deren Seite in beiden Körperhälften die paarigen Organe einander gegenüber lagern. Die rechtwinkelig zur *Medianebene* (von rechts nach links) gelegte Ebene, welche die ungleiche Bauch- und Rückenhälfte trennt, wird als *Querebene* bezeichnet. Auch die Antimeren der Radiaten bestehen aus zwei Parameren und sind demnach bilateral, indem sich die durch den Radius gelegte Ebene zu den Theilhälften als Medianebene verhält.

Fig. 15.



Zweistrahlige Rippenqualle, vom Scheitelpol gesehen. *S* Sagittalebene, *T* Transversalebene, *R* Rippen, *Gf* Gefässsystem.

Freilich wird gar oft die ursprüngliche in der embryonalen Anlage vollkommen ausgeprägte Symmetrie der beiden Körperhälften im Laufe des fortschreitenden Wachsthums gestört, so dass im ausgebildeten Zustand eine mehr oder minder ausgesprochene *Asymmetrie* [1]) einzelner Organe, beziehungsweise der gesammten Körpergestalt (*Gastropoden*, Schollen) zum Ausdruck gelangt.

Bilaterale und radiäre Architektonik stehen aber keineswegs in unvermitteltem Gegensatze, vielmehr ist die erstere ein aus der radiären Bauart ableitbarer Specialfall. Auch können Strahlthiere eine bilaterale Gestaltung gewinnen (Stamm und Schwimmglocken der Siphonophoren, irreguläre Echinodermen).

Nun können sich aber auch die gleichen Organgruppen — und dieser Fall kommt besonders häufig bei Bilateralthieren, seltener bei Radiaten

---

[1]) Es gibt auch asymmetrische sogenannte amorphe oder anaxone Formen, welche nicht secundär aus radiärer oder bilateraler Architektonik abzuleiten sind, sondern primär ohne irgend eine bestimmt gerichtete Anordnung ihrer Theile sich entwickelt haben (Poriferen, Protozoen), sowie sogenannte homaxone Thiere von Kugelform, deren Theile concentrisch um den Mittelpunkt angeordnet sind (Radiolarien).

(*Strobila,* Fig. 16) vor — in der Längsrichtung wiederholen. Der Körper gewinnt dann eine Gliederung und zerfällt in einzelne hinter einander gelegene Abschnitte, *Segmente* oder *Metameren,* in denen sich die Organisation mehr oder minder gleichartig wiederholt *(Anneliden)* (Fig. 17). Die hinter einander folgenden Theilstücke können nach Bau und Leistung vollkommen gleichwerthig erscheinen und repräsentiren wie die Antimeren der Radiaten Individuen niederer Ordnung, welche durch Trennung zur Selbstständigkeit gelangen und längere oder kürzere Zeit lebendig bleiben *(Proglottiden* der *Cestoden).* Bei höherer Organisirung freilich erscheinen die Segmente in viel engerem Verbande und gegenseitiger Abhängigkeit, büssen dafür aber auch die volle Gleichartigkeit oder *Homonomität* ein. In demselben Masse wie die Metameren eine ungleiche Gestaltung (*heteronome* Gliederung) gewinnen und mit dieser eine verschiedenartige Bedeutung für das Leben des gegliederten Organismus verbinden, verlieren sie ihre individuelle Selbstständigkeit und sinken zum Werthe von Organcomplexen, beziehungsweise Organen zurück.

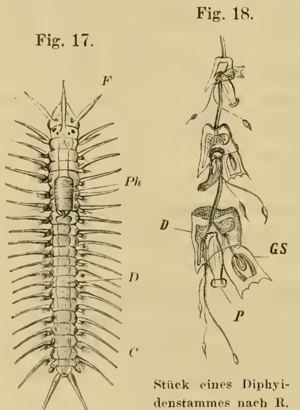
Fig. 16.



Strobila von *Chrysaora.*

Ganz analog der Segmentirung des Individuums kann die Metamerenbildung auch an *polymorphen* Thierstöcken auftreten, indem am Stamme gleichartige Gruppen verschiedener Individuen hinter einander folgen, Individuengruppen, welche je für sich die Bedingungen der Existenz erfüllen und somit von dem gesammten Thierstocke getrennt als Thierstöckchen niederer Ordnung zu leben vermögen *(Diphyes, Eudoxia)* (Fig. 18).

Fig. 17. Fig. 18.



Gliederwurm (Polychät). *Ph* Pharynx, *D* Darmcanal, *C* Cirren. *F* Fühler.

Stück eines Diphyidenstammes nach R. Leuckart. *D* Deckstück, *GS* Genitalschwimmglocke, *P* Polypit mit Fangfaden. Die Individuengruppe trennt sich als *Eudoxia.*

Die vorausgeschickten Betrachtungen ergeben, dass, wenn wir auch verschiedene Individualitätsstufen als Individuen höherer und niederer Ordnung zu unterscheiden haben, wir dieselben doch nicht schablonenmässig in Rangclassen bestimmter Zahl ordnen können. Mögen wir auch der Zelle die niederste und dem Organ die zweite Rangstufe zuweisen, so ist doch ersichtlich, dass schon dieses keine einheitliche Rangstufe mehr vertritt, sondern je nach der Zusammensetzung aus gleichartigen oder ungleichartigen Zellencomplexen (einfache oder zusammen-

gesetzte Organe), sowie nach Zahl und Anordnung der sich im selben Organismus wiederholenden Organgruppen (Antimeren, Metameren) in eine Reihe von Rangstufen aufzulösen sein würde. Es ist daher verfehlt, mit E. Haeckel eine bestimmte Zahl solcher Rangstufen (als Zelle, Organ, Antimer [Paramer], Metamer, Person und Stock) zu unterscheiden und aufzustellen und nach denselben die Organismen zu ordnen. Ein Thierstock kann einer Individualitätsstufe niederer (Protozoenstöcke) und höherer (Polypenstöcke) oder höchster Ordnung (Naideen, Autolyten, Myrianida) entsprechen. Diese Unterscheidungen sind nicht im Sinne morphologisch fixirter Abstufungen, sondern lediglich als je nach dem Vergleichsobjecte wechselnde Verhältnissbegriffe aufzufassen und anzuwenden.

Zelle und Zellengewebe.

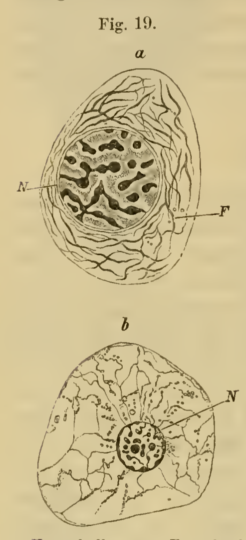
Unter Geweben versteht man die Formbestandtheile der Organe, insofern jene eine bestimmte, mit Hilfe des Mikroskopes erkennbare, auf die Zelle und deren Derivate zurückführbare Structur besitzen. Dieselben haben physiologisch eine der besonderen Structur entsprechende Function, welche die Gesammtfunction des Organs bestimmt, und können daher auch als Organe niederer Ordnung betrachtet werden. Die letzte Einheit, das Organ niederster Ordnung, aus welchem sich die Gewebe aufbauen, ist die Zelle [1], für die wir bereits hervorgehoben haben, dass die Membran den Werth eines entscheidenden und den Begriff bestimmenden Merkmales nicht besitzt. Die der ursprünglichen Definition entsprechende Bezeichnung Zelle steht daher mit dem Begriffe, wie er sich gegenwärtig entwickelt hat, im Widerspruch, so dass es berechtigt sein würde, dieselbe mit Haeckel in *Plastid* umzuändern, wenn es überhaupt möglich wäre, den in die Wissenschaft eingebürgerten Namen Zelle zu beseitigen. Wir werden daher die Zelle als ein Klümpchen lebendiger Substanz oder Protoplasma mit einem oder mehreren Kernen definiren müssen. Die wichtigsten Eigenschaften der Zelle liegen vielmehr in der von Hugo von Mohl als *Protoplasma* bezeichneten Zellsubstanz und deren Lebensäusserungen, die auf der Fähigkeit der *Nahrungsaufnahme*, *Assimilation* und *Ausscheidung*, sowie diesen parallel gehenden Erscheinungen der *Bewegung*, des *Wachsthums* und der *Fortpflanzung* beruhen. Demgemäss muss die Form der Zelle überaus veränderlich sein und mannigfache Bewegungen zeigen. Obwohl das von Fettkügelchen und lichtbrechenden Körnchen durchsetzte Protoplasma unter schwacher Vergrösserung ein mehr gleichartiges Aussehen bietet, wird dasselbe doch eine die Lebenserscheinungen bedingende elementare Structur besitzen, die freilich nicht mit Hilfe der stärksten Vergrösserungen erkannt werden kann.

---

[1]) Th. Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin 1839. Fr. Leydig, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857.

Von dieser elementaren Structur verschieden ist die in den letzten Jahren mit den verbesserten Hilfsmitteln der Mikroskopie erkannte feinere Structur des Protoplasmas. Während noch Max Schultze das Protoplasma als homogene zähflüssige Grundsubstanz betrachtete, gelang es in neuerer Zeit [1]) zu zeigen, dass diese meist nur scheinbar homogen ist, vielmehr eine wabige oder netzförmige Structur *(Spongioplasma, Filarsubstanz)* mit mehr flüssiger Zwischensubstanz *(Hyaloplasma)* besitzt (Fig. 19).

Fig. 19.



a Knorpelzelle vom Femurkopf des Salamanders, *F* Spongioplasma der Filarsubstanz, *N* Nucleus, *b* Leberzelle des Frosches. Schnitt nach Alkoholfärbung. Nach Flemming.

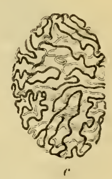
Eine wichtige und sehr allgemeine Eigenschaft des Protoplasmas ist die Contractilität. Die lebendige Masse zeigt im Zusammenhang mit dem Stoffwechsel Bewegungserscheinungen, welche sich nicht nur in Verschiebungen und Wanderungen fester Partikelchen und Körnchen, *Körnchenströmungen*, ihres zähflüssigen Inhaltes, sondern auch in Formveränderungen der gesammten Zelle äussern. Ist freilich durch Verdichtung der peripherischen Grenzschicht des Protoplasmas, beziehungsweise einer hellen ausgeschiedenen Zone desselben eine *Zellmembran* entstanden, hat die Zelle Bläschenform gewonnen, so werden die Veränderungen der Formumrisse beschränkter sein müssen, im anderen Falle aber geben sich die Verschiebungen der Theile in einem langsamen oder rascheren Formenwechsel der äusseren Gestalt kund. Die Zelle zeigt dann sogenannte *amöboide* Bewegungen, sie sendet Fortsätze aus, zieht dieselben wieder ein und vermag mittelst solcher Verschiebungen der Protoplasmatheile sogar ihre Lage zu ändern. Es sind vornehmlich jugendliche, noch indifferente Zellen, welche in dieser membranlosen Form mit der Fähigkeit der Gestaltveränderung auftreten; im weiteren Verlaufe ihrer Entwicklung bilden sie häufig eine Zellmembran, die somit nicht, wie man früher glaubte, ein nothwendiger Bestandtheil der Zelle an sich, sondern nur ein Merkmal der fortgeschritteneren Ausbildung einer weiter differenzirten Zelle ist.

Ein sehr wesentlicher Bestandtheil der Zelle ist der im Protoplasma eingelagerte Kern *(Nucleus)*, ein meist kugeliges oder ovales Bläschen mit

[1]) Vergl. C. Frommann, Zur Lehre von der Structur der Zellen. Jenaer naturw. Zeitschrift. Tom. IX, 1875; Strasburger, Studien über Protoplasma. Ebendaselbst, Tom. X, 1876; Hanstein, Das Protoplasma als Träger der pflanzlichen und thierischen Lebensverrichtungen. Heidelberg 1880; ferner G. Retzius, Studien über Zelltheilung. Biologische Untersuchungen. Stockholm 1881; W. Flemming, Zellsubstanz, Kern, Zelltheilung. Leipzig 1882; C. Rabl, Ueber Zelltheilung. Morphologisches Jahrbuch, Tom. X, 1885; O. Hertwig, Die Zelle und die Gewebe. Jena 1892.

flüssigem und körnigem (Kernkörperchen, *Nucleolen*) Inhalt. Die Form des Zellkernes kann aber auch eine mehr stabartig gestreckte, mehrfach eingeschnürte, hufeisenförmige und selbst verästelte sein. Ebenso wechselt die absolute und relative Grösse desselben mannigfach. Oft ist der Kern[1]) wegen seiner mit dem Protoplasma übereinstimmenden Lichtbrechung nicht erkennbar, wird dann aber nach Zusatz von Essigsäure oder Chromsäure in Folge der grösseren Gerinnungsfähigkeit seines Inhaltes leicht nachweisbar. Bezüglich des letzteren unterscheidet man eine eiweisshaltige Flüssigkeit als *Kernsaft* von einer dichteren Substanz, dem *Kernstoff* oder der *Kernsubstanz*, welche meist aus einem Netzwerk von Strängen und Fäden, dem *Kerngerüst*, und den in diesem eingebetteten grösseren und kleineren Körperchen, den *Nucleolen*, besteht (Fig. 20). Oft tritt ein solches durch seine Grösse vor den übrigen hervor und wird dann schlechthin als Nucleolus oder Hauptnucleolus (im Gegensatz zu den Nebennucleolen) bezeichnet. Der Kernstoff, den wir uns ähnlich wie das Protoplasma aus sehr kleinen lebendigen Einheiten (Biophoren, Plasomen) zusammengesetzt zu denken haben, enthält aber wenigstens zwei chemisch und physiologisch verschiedene Substanzen, von denen man die eine wegen ihrer intensiven Tinctionsfähigkeit bei Zusatz von Farbstoffen (Carmin, Hämatoxylin, Safranin) *Chromatin* oder *Nuclein*, die zweite wegen ihres indifferenten Verhaltens jenen Färbemitteln gegenüber *Achromatin* oder *Paranuclein* genannt hat. Beide sind sowohl in den Nucleolen als im Kerngerüst enthalten.

Fig. 20.



a b c

a Zellenkern mit Membran, Kernsaft, Kerngerüst und Nucleolen, schematisch. *b* Kern aus einer Spinalganglienzelle des Hundes mit Kerngerüst und Nucleolen. *c* Knäuelstadium der Kernsubstanz aus einer Epithelzelle von *Salamandra*. *b* und *c* nach Flemming.

Während man früher dem Kern einen nur geringen Einfluss auf das Leben und die Function des Protoplasmas zuschrieb, hat sich insbesondere durch die in jüngster Zeit bei der Zellentheilung und Eibefruchtung beobachteten Vorgänge ergeben, dass der Kern die grösste Bedeutung für die Thätigkeit des Protoplasmas besitzt und den Charakter der Zelle bestimmt. Mit

[1]) Die Frage, ob es kernlose Zellen gibt, scheint nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung verneint werden zu müssen. Haeckel nahm solche Organismen noch in grossem Umfange an und bezeichnete dieselben als *Moneren*. Sie sollten die Stammformen aller Organismen sein und als selbstständige Classe allen übrigen Classen sowohl des Protistenreiches als des Thier- und Pflanzenreiches gegenüberstehen. Die gegentheilige, schon in diesem Lehrbuche, 2. Auflage, 1872, pag. 4, vertheidigte Ansicht scheint jetzt zur allgemeinen Geltung gelangt zu sein, seitdem Bütschli auch für die Mikroorganismen, Bacterien etc. die Existenz kernartiger Bildungen nachgewiesen hat.

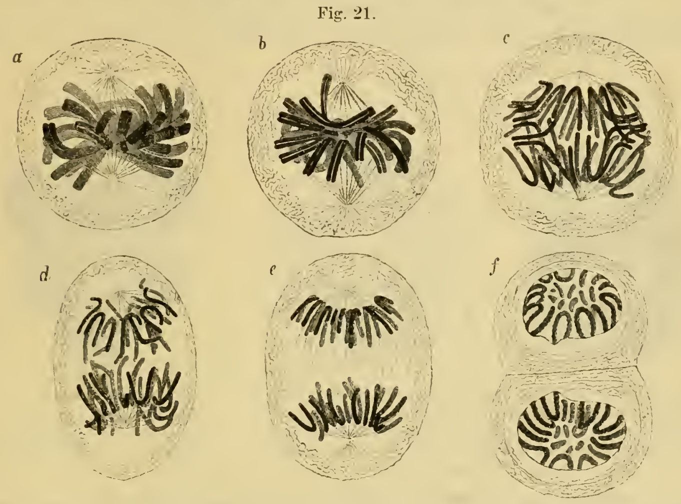
einiger Sicherheit kann man auch behaupten, dass der Kern der Sexualzellen (Ei und Samenzelle) durch die Theile des Chromatins die Vererbung der Charaktere der Eltern auf die Nachkommen vermittelt.

Ursprung der Zelle. Die Zelle leitet ihren Ursprung von anderen Zellen ab. Omnis cellula a cellula. Eine freie Zellbildung im Sinne Schwann's und Schleiden's, bezeichnet durch vorausgegangene Entstehung von Kernen (Cytoblasten) in einer bildungsfähigen organischen Materie, ist nicht nachgewiesen. Nur insofern die letztere durch das Plasma der Zelle selbst mit den in derselben enthaltenen Kernsubstanzen oder das verschmolzene Plasma zahlreicher Zellen (Plasmodien) repräsentirt wird, könnte man von einer freien Zellbildung (z. B. Sporenbildung der Myxomyceten) sprechen, welche freilich von der Neubildung innerhalb der Mutterzelle nicht abzugrenzen und als eine Modification der sogenannten endogenen Zellenerzeugung zu betrachten ist. Diese aber gestattet eine Zurückführung auf die so sehr verbreitete Vermehrung der Zellen durch *Theilung.*

Zellenvermehrung. Nachdem die Zelle in Folge der Aufnahme und Verarbeitung von Nährstoffen bis zu einer gewissen Grösse herangewachsen ist, sondert sich das Protoplasma meist nach voraus eingetretener Kerntheilung in zwei nahezu gleiche Portionen, von denen jede einen Kern umschliesst. Die Kerntheilung ist entweder eine directe oder vollzieht sich, wie es nunmehr als Regel gelten kann, unter eigenthümlichen Differenzirungen und Veränderungen, die man als *Karyokinese* oder *Mitose* bezeichnet. Dieselbe wird dadurch eingeleitet, dass der Kern zu einer hellen Spindel sich vergrössert, die sich lange Zeit hindurch dem Auge des Beobachters entzog und erst nach Anwendung von Reagentien deutlich erkannt wurde. In der Peripherie der Kernspindel wird eine feine, durch Fasern bedingte Längsstreifung (achromatische Figur) bemerkbar, während zugleich eine äquatoriale Anhäufung von Kernsubstanz auftritt, welche man zuerst *Kernplatte* (Bütschli) nannte. Um die Pole der Spindel ordnen sich zugleich die Körnchen des Protoplasmas im Umkreis einer hellen Substanz als strahlenartige Streifen (Strahlenfigur), welche auf lebhafte Bewegungsvorgänge auch in den Theilen des Plasmas hinweisen. Eingehende neuere Untersuchungen haben dann ergeben, dass das, was man in der Kernplatte für körnige Granulationen hielt, in Wahrheit aus meist kurzen, hufeisenförmig gebogenen Stäbchen oder längeren Schleifen des sich intensiv färbenden *Chromatins* besteht und dass diese als *Chromosomen* bezeichneten Gebilde der Länge nach je in zwei gleiche Theilstücke sich spalten, welche eine Bewegung nach den Polen der Kernspindel erfahren (Fig. 21). Die Chromosomen stammen aus den chromatinhaltigen Theilen sowohl der Nucleolen als des Kerngerüstes, deren achromatische Substanz sich während der Kernspindelbildung in die Faserzüge umgestaltet. Diese Kernfigur setzt sich somit aus der *achromatischen* und aus der *chromatischen* Figur der Kernspindel zusammen. Vor dem Auftreten der Kernspindel befindet sich die

Kernsubstanz im Zustand der Ruhe und bildet meist einen den Kern durchziehenden Knäuel (Knäuelform des Mutterkerns, Spirem), der sich dann in zahlreiche Stücke theilt (Fig. 20 *c*). Später gewinnen diese Segmente eine regelmässige Anordnung und stellen sich quer zur Längsachse der Kernspindel, um sich gegen den Aequator derselben zusammenzuziehen und die Form von Stäben oder Schleifen anzunehmen, deren Winkel nach dem Centrum gerichtet sind, während die Schenkel nach Aussen gewendet sind. Die Kernfigur ist in das Stadium der Sternform (Flemming) oder des *Muttersterns* (Fig. 21 *a*, *b*) eingetreten (Strasburger's Kernplattenbildung). Nun folgt eine Umordnung der Elemente, indem die durch Längsspaltung entstandenen Hälften jeder Schleife auseinanderweichen und sich entgegen-

Fig. 21.

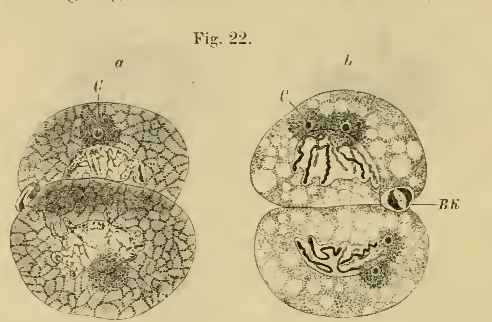


Epidermiszellen der Salamanderlarve im Zustande der karyokinetischen Theilung nach C. Rabl, *a b* Stadien des Muttersterns, *c* Stadium der Umordnung, *d* erstes Stadium der Tochtersterne, *e* zweites Stadium derselben, *f* Tochterknäuel nach vollzogener Theilung des Zellleibes.

gesetzten Polen zuwenden (Stadium der Umordnungsphase oder *Metakinese*, Fig. 21 *c*). Indem die Schleifenhälften gegen die Pole vorrücken und wiederum die Sternform annehmen, tritt die Kernfigur in das Stadium der Sternform der Tochterkerne (Fig. 21 *d*, *e*), dann verbinden sich die Schleifen jedes Sternes zur Herstellung eines Fadenknäuels (Knäuelform der Tochterkerne, Fig. 21 *f*), der sich schliesslich in das Kerngerüst des Tochterkernes auflöst. Diese merkwürdigen Bewegungen, welche zur Folge haben, dass sich die Theile der chromatischen Kernsubstanz in den Kernen der Tochterzellen in gleicher Zahl und Lage wiederholen, werden durch die von den Polen der Kernspindel an die Chromosomen herantretenden Spindelfasern der achromatischen Kernsubstanz bewirkt, und

es ist sehr wahrscheinlich, dass ein im Centrum der hellen Strahlenfigur an jedem Pole nachgewiesenes Körperchen, das *Centrosom* oder Polkörperchen, das active, die Kerntheilung einleitende Gebilde, gewissermassen das Organ der Kerntheilung in der Zelle ist (Fig. 22). Ob die beiden Centrosomen, welche sich nach Bildung der Tochterkerne theilen und die wiederum bei der nachfolgenden Spindelbildung dieser die Pole bezeichnen, ein Bestandtheil des Kernes sind und in den ruhenden Kern wieder eintreten oder dem Protoplasma angehören, ist zur Zeit nicht entschieden. Sind die Producte der Zelltheilung ungleich, so dass man die kleine Portion als ein abgelöstes Wachsthumsproduct der grösseren betrachten kann, so nennt man die Fortpflanzungsform *Knospung* (Fig. 23). Die *directe* Zelltheilung, welche man früher ausschliesslich kannte, wird durch die *amitotische* Kerntheilung eingeleitet. Es schnürt sich der Kern, ohne die complicirten, an die

Fig. 22.



Befruchtetes Ei von Ascaris megalocephala im Stadium der Theilung in die beiden ersten Furchungszellen. *C* Centrosom. *Rk* Richtungskörperchen nach Boveri. *a* Die Kerne im Ruhezustand. Centrosom jederseits noch eingetheilt. *b* Die Kerne zur Theilung vorbereitet. Centrosom getheilt.

Fig. 23.



Podophrya gemmipara mit reifen Knospen, in welche Fortsätze des verästelten Kernes *N* eintreten, nach R. Hertwig.

Kernspindelbildung geknüpften Vorgänge zu durchlaufen, biscuitförmig ein und zerfällt schliesslich in zwei Hälften, um welche sich alsdann das Protoplasma einschnürt und theilt. Indessen kann auch die Theilung des Zellleibes unterbleiben, und die Zelle zwei- oder bei wiederholter Kernabschnürung mehrkernig werden. Bei der *endogenen* Zellvermehrung handelt es sich um Neubildung von Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle.

Die *Eizelle*, welche wir als Ausgangspunkt für die Entwicklung des Organismus zu betrachten haben, erzeugt in der Regel nach vorausgegangener Conjugation ihres Kernes mit dem Spermakern auf verschiedenem Wege der Zellenvermehrung das Material, welches zur Bildung der Gewebe Verwendung findet. Gruppen von ursprünglich indifferenten, dem Anscheine nach von einander nicht verschiedenen Zellen nehmen eine veränderte Gestaltung an, indem ihre Plasmasubstanzen eine bestimmte Umformung erfahren, welcher eine specifische Arbeitsleistung entspricht. Die Sonderung

von Gruppen differenter Zellen führt zur Anlage verschiedener Gewebe, und diese bereiten die *Arbeitstheilung* der aus jenen zusammengesetzten Organe vor, mit denen sie in übereinstimmender Weise nach der allgemeinsten Unterscheidung der Functionen des thierischen Organismus in *vegetative* und *animale* eingetheilt werden. Die ersteren beziehen sich auf die Ernährung und Erhaltung des Körpers, die animalen dagegen dienen zu den dem Thiere ausschliesslich (im Gegensatz zur Pflanze) eigenthümlichen Functionen der Bewegung und Empfindung. Die vegetativen Gewebe wird man zweckmässig in zwei Gruppen, in Zellen und Zellenaggregate (Epithelien) und in Gewebe der Bindesubstanz eintheilen und die animalen in Muskel- und Nervengewebe unterscheiden. Freilich handelt es sich lediglich um eine die Uebersicht der Gewebsformen erleichternde, sowie zur Beurtheilung der Verwandtschaft brauchbare Eintheilung, die auf scharfe Abgrenzung ihrer Gruppen um so weniger Anspruch machen kann, als der ursprüngliche Ausgangspunkt ein allen gemeinsamer ist und der flächenhaft angeordneten als Epithel benannten Zellenlage entspricht (vergl. die Keimblätter: Ectoderm, Entoderm, Mesoderm).

1. Epithelien und freie, denselben entstammende Zellen.

Die Zellen sind als solche erhalten und treten entweder als nebeneinander gelagerte, flächenhaft ausgebreitete Aggregate oder aus dem Verbande dieser gesondert in flüssigen Medien frei auf. Diese letztere Form des Vorkommens ist der ersteren gegenüber als secundäre zu betrachten.

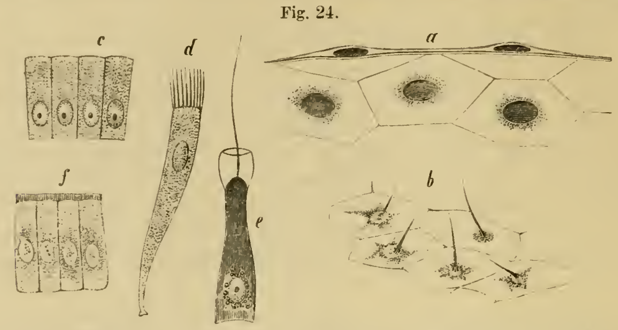
Die *Epithelien* finden vornehmlich Verwendung zur Bekleidung der Oberfläche des Körpers und der innern Darmfläche (aber auch der Binnenräume des Leibes, *Endothel*). Im ersteren Falle dienen sie vornehmlich als schützende Decke, im zweiten zur Aufnahme von Stoffen und zur Ausscheidung. Auch an der äusseren Körperfläche können sie zur Ausscheidung dienen, indessen finden sie hier vornehmlich zur Aufnahme von Eindrücken seitens der Aussenwelt Verwendung und werden als sogenannte Sinnesepithelien der Ausgangspunkt der Sinnesperceptionen.

Schon in der Grundform der Metazoen, der einschichtigen *Blastula*, finden wir die epitheliale Anordnung der Zellen als einfache an der Oberfläche ausgebreitete Lage *(Blastoderm)*. Demnach ist das Epithel die ursprüngliche und älteste Form der Gewebe.

Nach der verschiedenen Form der Zellen unterscheidet man Cylinder-, Flimmer- und Pflasterepithelien (Fig. 24). Im ersteren Falle sind die Zellen durch Vergrösserung der Längsachse cylindrisch, im zweiten Falle tragen sie auf der freien Fläche schwingende Wimpern oder Flimmerhaare, deren Substanz mit dem lebenden Protoplasma der Zelle in Continuität steht. Ist es nur ein einziges starkes Wimperhaar, welches an der (zuweilen auch flachen) Zelle hervorragt, so nennt man diese „*Geisselzelle*“ (Kragenzellen der

Spongien). Verschmelzen benachbarte Wimperhaare reihenweise, so entstehen schwingende Platten (Wimperplatten der *Ctenophoren*). Auch gibt es *durchbrochene* Zellen mit einem innern Lumen und Wimpern oder Geisseln

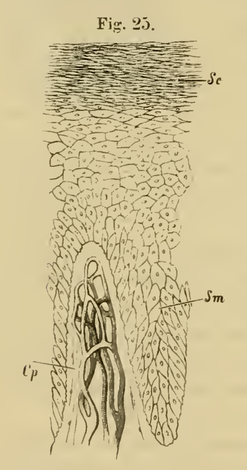
Fig. 24.



Verschiedene Epithelzellen. *a* Pflasterzellen, *b* Plattenzellen mit Geisselhaaren (von einer Meduse), *c* Cylinderzellen, *d* Wimperzelle, *e* Geisselzelle mit Kragensaum (Spongie), *f* Cylinderzellen mit porösem Saum (Dünndarmepithel).

in demselben (*Nephridien* von Würmern). Bei den Pflaster- oder Plattenepithelien handelt es sich um flache abgeplattete Zellen, die, wenn sie in mehreren Schichten auftreten, in den tieferen mehr und mehr der rundlichen cubischen Zellenform weichen (Fig. 25). Während die unteren lange ihren weichflüssigen Charakter bewahren und in lebhafter Zelltheilung und Wucherung begriffen sind, zeigen die oberen eine festere Beschaffenheit, verhornen allmälig und stossen sich als Schüppchen oder zusammenhängende Plättchen ab (Epidermis), um durch die Neubildungen der unteren Lagen ersetzt zu werden.

Fig. 25.



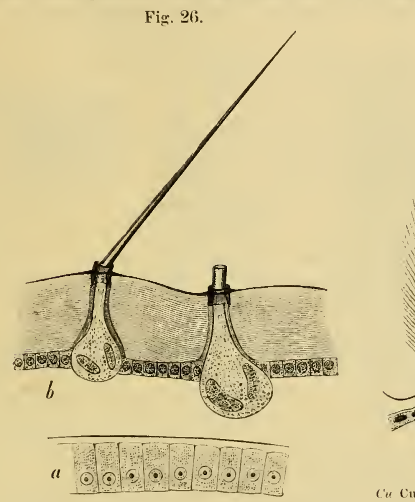
Geschichtetes Epithel von der Epidermis eines höheren Wirbelthieres. Schematisch. *Sc* Stratum corneum. *Sm* Stratum malpighianum, *Cp* Gefässpapille der Cutis.

Mächtige geschichtete Lagen von verhornten und fest miteinander vereinigten Plattenzellen führen zu der Entstehung von schwieligen oder hornigen Hartgebilden (Nägel, Krallen, Hufe), welche ebenso wie die epidermoidale aus Haaren, Federn, Schuppen bestehende Bekleidung als äusseres Schutzskelet fungiren können. Während man lange Zeit die Zellen der Epithelien als isolirte Elemente betrachtete, welche nur durch eine Kittsubstanz zu fest zusammenhängenden Lagen vereinigt seien, hat man in neuerer Zeit erkannt, dass die Zellen in jüngerem und minder differenzirtem Zustande an ihren angrenzenden Flächen durch Protoplasmafädchen miteinander verbunden sind und erst bei höherer Dif-

ferenzirung zugleich mit der Membranbildung diesen Zusammenhang verlieren.

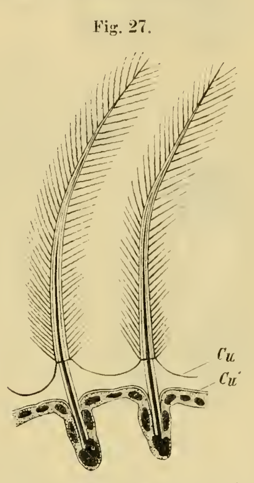
An der freien Oberfläche erscheint die Entstehung einer membranösen Grenzschicht durch Umwandlung des äusseren Protoplasmas besonders begünstigt; daher trifft man an diesem Theile der Zelle häufig einen verdickten und erhärteten Saum an, welcher bei ungleichmässiger Verdichtung eine senkrechte Streifung als Ausdruck von Stäbchen und zwischen denselben befindlichen Poren gewinnen kann (Dünndarmepithel, Epidermiszellen von *Petromyzon)* und durch diese Porencanälchen die Aufnahme und Abgabe von Stoffen vermittelt. Fliessen die verdickten und erhärteten Säume einer Zellenlage zu einer continuirlichen membranösen Schicht zusammen, welche eine gewisse Selbstständigkeit gewinnt und sich abhebt, so er-

Fig. 26.



Cuticula und Hypodermis. *a* der *Corethra*-Larve, *b* einer *Gastropacha*-Raupe mit zwei Giftdrüsen unterhalb zweier Haarborsten.

Fig. 27.

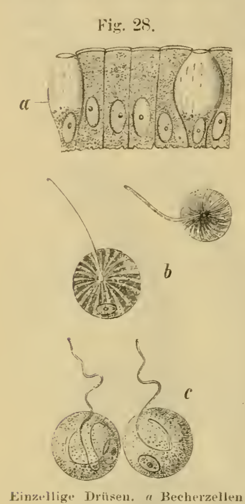


Cu Cuticula mit Borsten im Zustande der Häutung. *Cu'* neugebildete Cuticula *(Branchipus)*.

halten wir *Cuticularmembranen,* welche homogen oder geschichtet (Fig. 26*a, b* und 27) sind und mancherlei Sculpturverhältnisse zeigen können. In der Regel entstehen dieselben an der äusseren freien Fläche, können aber auch an der Basis gebildet werden *(Basalmembran)*. Die zur *Cuticularmembran* zugehörige Zellenschicht wird im ersten Falle als Matrix derselben oder als Hypodermis bezeichnet. Häufig bleiben an der *Cuticularmembran* die den einzelnen Zellen entsprechenden Bezirke als polygonale Felder umschrieben, und neben den sehr feinen Porencanälchen finden sich grössere, durch eingeschobene Fortsätze der Zellen erzeugte Porengänge. Jene führen wiederum zu dem Auftreten mannigfacher Cuticularanhänge, die sich als Haare, Borsten, Schuppen etc. auf Porengängen erheben und

als Matrix ihre besonderen Zellen oder deren Ausläufer umschliessen. Cuticularmembranen können eine sehr bedeutende Dicke und durch Aufnahme von Kalksalzen einen hohen Grad von Festigkeit erlangen (Chitinpanzer der Krebse), so dass sie als Skeletgewebe Verwerthung finden, wie sie überhaupt eine scharfe Abgrenzung von gewissen Formen der Bindesubstanz nicht gestatten. Die cuticularen Häute bleiben den unterliegenden Zellen ihrer Matrix entweder dicht angelagert oder heben sich z. B. als schützende Röhren und Gehäuse ab (Hydroidpolypen, *Mollusken*). Aber auch im ersteren Falle werden sie oft zu bestimmten Zeiten abgestossen und erneuert (*Häutung* der Würmer und Arthropoden). Indessen nicht nur an der oberen oder basalen Fläche, auch im Innern der Zelle gibt es Abscheidungen erhärtender Substanzen, die zu Skeletbildungen verwendet werden können (Kalknadeln, Kieselkörper) oder cuticulare Röhrchen darstellen (einzellige Drüsen der Insecten).

Fig. 28.

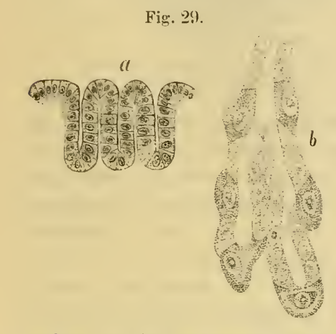


Einzellige Drüsen. *a* Becherzellen aus dem Dünndarmepithel eines Vertebraten. *b* einzellige Hautdrüsen von *Argulus* mit langem Ausführungsröhrchen. *c* einzellige Hautdrüsen von Insecten mit cuticularem Ausführungsröhrchen.

Drüsenepithelien. Im Gegensatze zu den Cuticularbildungen, welche als erhärtete Absonderungsproducte von Zellen entstehen und als stützende und formbestimmende Gewebstheile im Verbande mit dem Organismus bleiben, gibt es flüssige Absonderungen, welche sich auf den Werth von formlosen, aber in chemischer Beziehung oft bedeutungsvollen *Secreten* (beziehungsweise *Excreten*, wenn dieselben als Auswurfsstoffe entfernt werden) beschränken. Man nennt die mit solchen Epithelien bekleideten Flächen *Drüsen*. Im einfachsten Falle ist die Drüse aus einer einzigen Zelle gebildet, welche durch die freie Oberfläche ihrer Membran oder durch eine Oeffnung derselben Stoffe austreten lässt (Fig. 28). Nicht selten werden zwei Zellen, die eine als Drüse, die andere als Ausführungsgang verwendet (*Branchipus*). Gehen zahlreiche Zellen in die Bildung der Drüse ein, so gruppiren sich dieselben im einfachsten Falle um einen centralen, das Secret aufnehmenden Raum; die Drüse erscheint dann in Form eines Sackes oder Blindschlauches, welche als Einsenkung des Epithels in die tieferen Gewebe entstanden, sowohl an der äusseren Körperfläche als an der Darmfläche auftritt. Aus dieser Grundform sind die grösseren und complicirteren Drüsen auf dem Wege fortgesetzter, gleichmässiger oder ungleichmässiger Ausstülpung abzuleiten. Während die Form derselben überaus wechselt (*tubulöse* — *acinöse* Drüsen), kommt ihnen wohl allgemein durch Umgestaltung des gemeinsamen Endabschnittes ein Ausführungsgang zu, eine Arbeitstheilung, welche auch schon an einfachen Drüsenschläuchen, ja sogar

an der einzelligen Drüse auftreten kann (Fig. 29). Ausser dem das Drüsenlumen auskleidenden Epithel betheiligen sich an der Herstellung der Drüse sehr allgemein noch Gewebe der Bindesubstanz, welche zunächst das die Epithelzellen tragende Gerüst *(Tunica propria)* liefern, überall da aber noch im reicheren Masse Verwendung finden, wo Blutgefässe und Nerven in die Drüsen eintreten und die secretorische Thätigkeit derselben beeinflussen. Diese wird im Wesentlichen bestimmt durch die besondere Beschaffenheit des Drüsenepithels und beruht auf einer Abscheidung von Substanzen aus dem Protoplasma, welche sich im Lumen der Drüsen sammeln und durch die Oeffnung desselben austreten. In anderen Fällen ist die Absonderung an den Zerfall und Untergang von Drüsenzellen geknüpft, deren Substanz gewissermassen in der Secretbildung aufgeht. Dann ist das Epithel meist mehrschichtig und

Fig. 29.



Labdrüsen *a* in der Entstehung als Einstülpungen des Epithels, *b* fertige Labdrüse.

Fig. 30.



Schnitt durch den Eierstock eines neugeborenen Kindes nach Waldeyer. *a* Keimepithel. *b* Anlage eines Ovarialschlauches. *c, c* Eier im Epithel. *d* Langer, in Follikelbildung begriffener Ovarialschlauch. *e* Eiballen in Zerlegung zu Follikel begriffen. *f* Isolirte Follikel. *g* Gefässe.

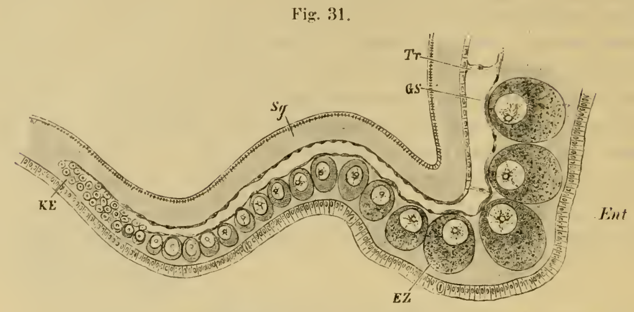
eine Regeneration aus den tieferen Zellenschichten nachweisbar.

Die *Keimepithelien* stehen in naher Beziehung zu den Drüsenepithelien und bestehen aus Lagen jugendlicher Geschlechtszellen, *Eizellen* und *Samenmutterzellen* (Spermatoblasten). Wie die Drüsenepithelien wachsen dieselben frühzeitig von der Oberfläche eines der ursprünglichen Keimblätter aus in die Tiefe und ordnen sich, noch von indifferenten Zellen umlagert, meist drüsenähnlich in Form von einfachen oder verästelten Schläuchen (Geschlechtsdrüsen) oder Follikeln (Fig. 30). Im einfachsten Falle lagern die Zellen im Zwischengewebe zerstreut *(Poriferen)* oder subepithelial flächenhaft ausgebreitet *(Cnidarien)* (Fig. 31). Die zur Reife gelangten Geschlechtszellen trennen sich aus dem Verbande der benachbarten, um entweder alsbald nach aussen oder zunächst in das Lumen der Drüse zu gelangen.

Die in der weiblichen Geschlechtsdrüse, dem Ovarium, entstandene *Eizelle* besitzt in der Regel eine ansehnliche Grösse, schon weil sich aus ihrem

Material die erste Anlage des Organismus entwickeln muss. Relativ klein ist die Eizelle nur da, wo sie lediglich protoplasmatischen, sogenannten

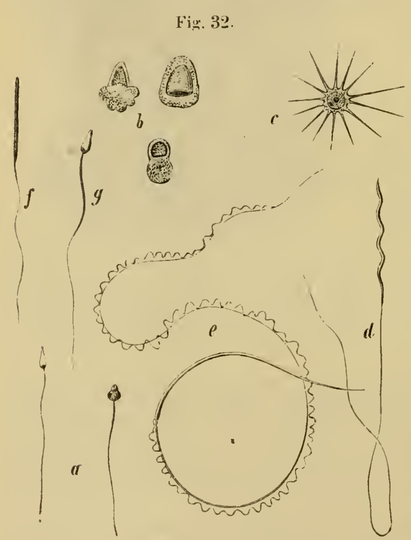
Fig. 31.



Querschnitt durch ein Genitalband von *Pelagia noctiluca*. *KE* Keimepithel. *Ent* Entoderm. *Ez* Eizellen. *GS* Genitalsinus. *Tr* Trabekel in demselben. *Sg* Subumbrellargallert.

Bildungsdotter enthält und die Entwickelungsvorgänge des Embryos sehr einfache bleiben. In zahlreiche Abstufungen wächst der Umfang der Eizelle beim Hinzutreten von fettreichem und eiweisshaltigem sogenannten Deutoplasma oder Nahrungsdotter, welcher dem in der Entwickelung begriffenen Embryo Nährmaterial zuführt. Der Nahrungsdotter wird der Eizelle nicht immer im Ovarium selbst, sondern gar oft im Verlauf der Leitungswege des Geschlechtsapparates, eventuell durch besondere Nebendrüsen (Dotterstöcke) zugeführt. Der *Kern* der Eizelle, das *Keimbläschen*, zeichnet sich auch durch seine relative Grösse aus und enthält im Innern seines hellen Kernsaftes oft in einem Netze von Kernsubstanz ausgespannt ein oder mehrere Kernkörperchen (*Keimflecken*).

Fig. 32.



Zoospermien *a* von Medusen, *b* des Spulwurms, *c* von einer Krabbe, *d* vom Zitterrochen, *e* vom Salamander (mit undulirender Membran), *f* vom Frosch, *g* eines Affen (*Cercopithecus*).

Die *Samenzelle*, das *Zoosperm*, geht durch wiederholte Theilung aus der in der männlichen Geschlechtsdrüse, dem *Hoden*, erzeugten Samenmutterzelle hervor und besitzt im Vergleich zum Ei in Folge der Reduction ihres Proto-

plasmas eine ausserordentlich geringe Grösse. Am häufigsten stellt sich dieselbe als ein mit einer knopfförmigen Verdickung, dem sogenannten Kopf, versehener beweglicher Faden dar. Der Kopf entspricht dem Zellkerne, der mit jenem durch ein kurzes Mittelstück (Protoplasma) verbundene Schwanzfaden einer langen Geissel (Fig. 32). Somit handelt es sich meist um eine sehr kleine Geisselzelle. In manchen Fällen erscheint der Kopf fadenförmig verlängert, sichelförmig oder schraubenartig gewunden (Vögel, Selachier). Auch kann derselbe ganz zurücktreten und das Zoosperm haarförmig werden (Insecten). Auch gibt es hutförmige Samenkörper (Nematoden) und solche, welche als Strahlenzellen in zahlreiche Fortsätze auslaufen (Decapoden).

Sinnesepithelien. Epithelien können auch, im Anschluss an das Auftreten von Sinnesorganen in besonderer Weise umgestaltet, als percipirende Endapparate der Nerven Verwendung finden und werden alsdann zu *Sinnesepithelien*, deren Zellen meist einen langgestreckten verschmälerten Zellenleib mit erweitertem kernhaltigen Abschnitt und am freien Ende cuticulare Differenzirungen in Härchen- oder Stäbchenform besitzen. An der Basis laufen diese Sinneszellen, welche entweder mehr vereinzelt und von indifferenten Zellen *(Stützzellen)* umlagert oder in grösserer Zahl gehäuft unter Ausschluss jener die Epithellage bilden, in Fäden aus, welche mit sensiblen Nerven im Zusammenhang stehen.

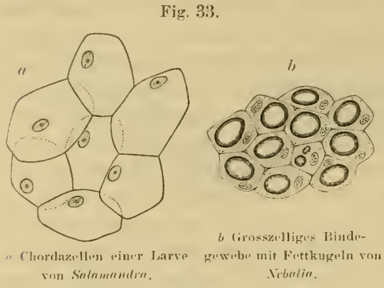
2. Die Gewebe der Bindesubstanz.

Man begreift unter dieser Bezeichnung eine grosse Zahl verschiedenartiger Gewebe, welche morphologisch in dem Vorhandensein einer mehr oder minder mächtigen, zwischen den Zellen (Bindegewebskörperchen) abgelagerten Grundsubstanz, *Intercellularsubstanz*, übereinstimmen und grossentheils zur Verbindung und Umhüllung anderer Gewebstheile, zur Stütze und Skeletbildung verwendet werden. Im Gegensatze zu den Epithelien finden sie sich im Inneren des Körpers und entstehen daher vornehmlich, wenn auch keineswegs ausschliesslich aus dem Mesoderm. Die Intercellularsubstanz, welche für die Function des Gewebes in den Vordergrund tritt, nimmt ihre Entstehung durch Abscheidung, beziehungsweise Umformung des Protoplasmas, ist also genetisch von der Zellmembran und deren Differenzirungen, wie wir sie in den Verdickungsschichten und Cuticularbildungen antreffen, nicht scharf abzugrenzen, besonders dann, wenn die Abscheidung einseitig erfolgt (Zahnbein, Dentin), oder wenn oberflächlich eine flüssige Schicht abgeschieden, welche erst durch secundäre Einwanderung von Zellen den Charakter der Grundsubstanz gewinnt (*Secretgewebe*, Acalephen, Rippenquallen, Echinodermenlarven — Mantel der Tunicaten). Andererseits können solche Zellen (Mesenchymzellen) sich wieder epithelartig (Endothel) anordnen, so dass auch nach dieser Richtung der scharfe, etwa genetisch zu begründende Gegensatz zwischen Epithel und Gewebe der Bindesubstanz verwischt wird.

Man unterscheidet zellige Bindesubstanz, Gallertgewebe, fibrilläre Bindesubstanz, Knorpel und Knochen.

Zellige Bindesubstanz. Dieselbe zeigt in einzelnen Modificationen Beziehungen zu dem Epithel und ist nicht immer streng von jenem abzugrenzen, zumal sie aus dem Entoderm hervorgegangen sein kann (Chorda). Stets bleibt die intercellulare Grundsubstanz auf ein Minimum beschränkt und die Zellen gestalten sich zu mehr oder minder grossen Blasen. Dann ist das Protoplasma durch Ansammlung von Flüssigkeit mehr oder minder verdrängt, so namentlich in dem vacuolisirten Gewebe der Chorda dorsalis, deren Zellen sich wie grosse aneinandergedrängte Blasen mit meist wandständigen Kernen ausnehmen (Fig. 33 *a*). In anderen Fällen kommen die Flüssigkeitsansammlungen in ein Maschennetz zarter Stränge zu liegen, während die Grenzen der Zellen undeutlich werden (zelliges Parenchym der Platoden). Auch können Fettkugeln im Innern des Protoplasmas abgelagert werden (*Nebalia*) und dieses bis auf eine wandständige Lage verdrängen (Fig. 33 *b*). Offenbar stehen viele dieser Gewebe der embryonalen Form des Bindegewebes, welche aus dicht gedrängten, noch indifferenten Embryonalzellen besteht, nahe.

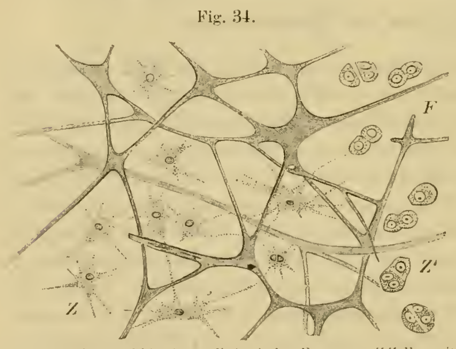
Fig. 33.



a Chordazellen einer Larve von *Salamandra*. *b* Grosszelliges Bindegewebe mit Fettkugeln von *Nebalia*.

Schleim- und Gallertgewebe. Als solches bezeichnet man Formen von Bindesubstanz, welche sich bei grossem Wassergehalte durch die hyaline, gallertige Grundsubstanz charakterisiren. Die Zellen verhalten sich im Besonderen überaus verschieden, zeichnen sich aber im Allgemeinen durch eine grosse Beweglichkeit aus, die ein Wandern in der Zwischengallerte unter amoeboiden Erscheinungen der Formveränderung und Aufnahme fester Partikelchen möglich machen. Häufig entsenden dieselben zarte Fortsätze, selbst verzweigte Ausläufer, die mit einander anastomosiren und Netze bilden. Daneben aber können sich auch Theile der Zwischensubstanz in Bündel von Fasern differenziren (Wharton'sche Sulze des Nabelstranges).

Fig. 34.

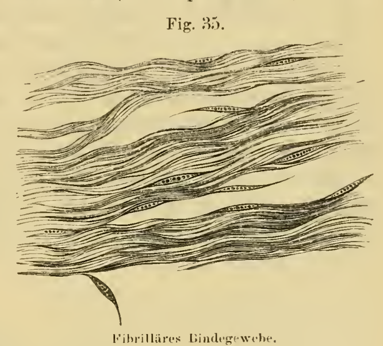


Gallertgewebe von *Rhizostoma*. *F* elastisches Fasernetz, *Z* Zellen mit Fortsätzen, *Z'* dieselben in der Theilung, aus einer anderen Partie des Objectes.

Solche Gewebsformen treffen wir bei wirbellosen Thieren, z. B. bei den Poriferen und Medusen (Fig. 34) an, deren Gallertscheibe freilich bei Reduction oder völligem Ausfall der Zellen (Hydroidquallen, sowie Schwimmglocken von Siphonophoren) in eine homogene weiche oder erhärtete Gewebslage (Stützmembran der Polypomedusen) überführt, welche ihrer Entstehung nach als einseitige Zellausscheidung von flüssig oder gallertig gebliebenen Cuticularbildungen nicht abzugrenzen ist. Aehnlich verhält es sich mit dem sogenannten Secretgewebe der jugendlichen *Rippenquallen*, in welches später erst Zellen einwandern. Das Gleiche gilt von der Gallertsubstanz der *Scyphomedusen*, sowie vom Gallertkern der Echinodermenlarven. Auch das Gewebe des Tunicatenmantels würde der Entstehung nach auf eine solche vom Epithel abgesonderte Grundsubstanz (Cellulose) mit eingewanderten Zellen zu beziehen sein.

Fibrilläre Bindesubstanz. Eine bei Wirbelthieren sehr verbreitete Form der Bindesubstanz (Fig. 35) mit vorwiegend spindelförmigen oder auch verästelten Zellen und einer festeren, ganz oder theilweise in Faserzüge zerfallenden Zwischensubstanz, welche die Eigenschaft besitzt, auf Zusatz von Säuren oder Alkalien aufzuquellen und beim Kochen Leim zu geben. Zwischen den Faserbündeln treten an vielen Stellen Lücken und Spalten auf, in denen sich eine mit der Lymphe identische Flüssigkeit sammelt. Diese Spalträume des Bindegewebes stellen wahrscheinlich die Anfänge des Lymphgefässsystems dar, dessen geformte Elemente oder Lymphkörperchen (mit den farblosen Blutzellen identisch) von Bindegewebszellen abzuleiten sein dürften. Sehr häufig sind die Fasern in nahezu gleicher Richtung parallel geordnet (straffes Bindegewebe der Bänder, Sehnen). In anderen Fällen verlaufen sie in verschiedenen Richtungen gekreuzt (lockeres Bindegewebe der Lederhaut), oder sie zeigen eine netzförmige Anordnung (Mesenterium). Je nach der verschieden dichten Gruppirung der Fasern hat man lockere und straffe Formen von Bindegewebe zu unterscheiden, von denen die ersteren, überall in den Organen verbreitet, die Elemente derselben verpacken und die Blutbahnen begleiten, während das straffe Bindegewebe mit einem viel festeren Gefüge seiner Theile vornehmlich in den die Muskeln mit den Knochen verbindenden Sehnen und Bändern, sowie den Fascien und Aponeurosen Verwendung findet.

Fig. 35.

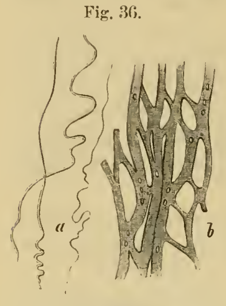


Fibrilläres Bindegewebe.

Neben den gewöhnlichen Fibrillen und Bündeln von Fibrillen, welche bei Behandlung von Säuren und Alkalien aufquellen, erscheint eine zweite

Form von Fasern jenen Reagentien gegenüber resistent. Es sind dies die *elastischen* Fasern, wie sie wegen der Beschaffenheit der vornehmlich aus ihnen bestehenden elastischen Gewebe genannt werden. Dieselben zeigen eine Neigung zur Verästelung und zur Bildung von Fasernetzen und erlangen oft eine bedeutende Stärke (Nackenband, *Ligamenta flava*, Arterienwand). Auch können dieselben verbreitert und zu durchlöcherten Häuten und Platten (gefensterten Membranen) verbunden sein (Fig. 36).

Fig. 36.



a Elastische Fasern, *b* Netze.

Die Zellen des Gewebes erfahren nicht selten Veränderungen, indem sich in ihrem Protoplasma Pigmente oder Fettkügelchen ablagern (Fig. 37). Im ersteren Falle können bei dichterer Häufung der meist bräunlichen Pigmentkörnchen im Inhalte der ramificirten Zellen bräunlich bis schwarz gefärbte Häute entstehen. Auch können Pigmentzellen, besonders der Unterhaut, durch amöboide Bewegungen ihre Form verändern und einen Farbenwechsel der Haut veranlassen. Im zweiten Falle wird das Bindegewebe zum *Fettgewebe*, welches in innigem Zusammenhange mit einer reichlichen Ernährung besonders in der Umgebung der Gefässe zur Entwickelung gelangt (Fig. 38).

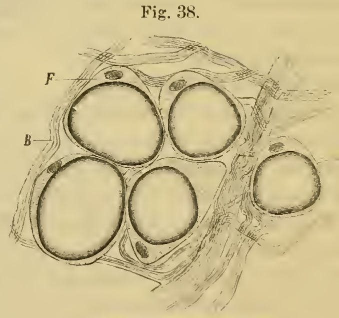
Als eine besondere Form der faserigen Bindesubstanz betrachtet man das reticuläre oder adenoide Gewebe. Dasselbe stellt sich als ein Netzwerk feiner Fasern dar mit zwischenliegenden rundlichen Zellen, deren

Fig. 37.



Pigmentzellen aus der Haut von *Cobitis barbatula.*

Fig. 38.



Fettgewebe, nach Ranvier.
F Fettzellen, *B* Bindegewebsfibrillen.

meist von nur spärlichen Protoplasmaresten umgebene Kerne in den Knotenpunkten des Netzes liegen (Fig. 39). Eine grosse Rolle spielen die Lücken und Spalträume, welche indifferente, hie und da in Theilung begriffene Zellen enthalten und von Lymphe durchströmt werden. Es steht diese Bindegewebsform in nächster Beziehung zum Lymphgefässsysteme und insbesondere zu

den als Lymphdrüsen bezeichneten Theilen desselben, in deren Räumen die Lymphzellen als Abkömmlinge freigewordener Bindegewebszellen (Wanderzellen) ihren Ursprung nehmen.

Der Knorpel wird durch die meist rundliche Form der Zellen und die feste *chondrinhaltige*[1]) Zwischensubstanz charakterisirt, welche die Rigidität des Gewebes bestimmt. Peripherisch geht dieses Gewebe in eine bindegewebige gefässreiche Haut, das *Perichondrium,* über. Ist die Zwischensubstanz nur sehr spärlich vorhanden, so ergeben sich Uebergänge zu dem zelligen Bindegewebe. Nach ihrer besonderen Beschaffenheit unterscheidet man *Hyalinknorpel, Faserknorpel, Netzknorpel,* letzteren mit elastischen Fasernetzen. Auch gibt es zum fibrillären Bindegewebe hinführende Uebergangsformen, indem Knorpelzellen eine spindelförmig gestreckte Form annehmen und von Bündeln bindegewebiger Fibrillen umlagert sein können (bindegewebiger Knorpel).

Fig. 39.



Adenoides Gewebe, nach Gegenbaur.

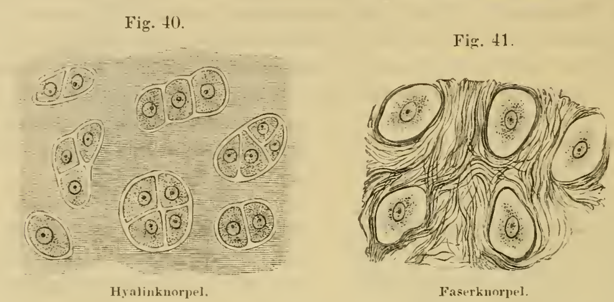
Die Zellen lagern in meist rundlichen Höhlen der Intercellularsubstanz, von welcher sich geringere oder grössere, die ersteren umlagernde Partien kapselartig sondern. Diese sogenannten Knorpelkapseln betrachtete man früher als der Cellulosekapsel der Pflanzenzelle ähnliche Bildungen, eine Auffassung, die im Hinblick auf die Entstehung der Kapseln als Sonderungen aus dem Protoplasma ihre volle Berechtigung hat. Zudem stehen die Kapseln in naher Beziehung zu der schon vorher auf demselben Wege erzeugten Intercellularsubstanz, welche sie durch Einschmelzung der Kapseln verstärken. Im jungen Knorpel erscheint die Intercellularsubstanz auf die aus den vereinigten Kapselwandungen erzeugten Scheidewände der Zellen beschränkt, später wird sie eine reichlichere, indem sich aus dem Zellenprotoplasma neue Schichten absondern, die mit der vorhandenen Zwischensubstanz verschmelzen. Indem nun auch die Theilungsproducte der Zellen von Neuem Kapseln ausscheiden, entstehen Systeme ineinander geschachtelter Knorpelkapseln, welche sich zeitweilig abgegrenzt erhalten, allmälig aber auch in die gemeinsame Grundmasse einschmelzen. Das Wachsthum des Knorpels ist somit ein vorwiegend *interstitielles* (Fig. 40 und 41).

Eine härtere und festere Beschaffenheit erhält das Grundgewebe, wenn in demselben feinere und gröbere Kalkkrümel in spärlicher oder dichter

[1]) Die durch Kochen von Knorpel entstehende gelatinirende Substanz, welche als Chondrin bezeichnet wird, ist wahrscheinlich ein aus Leim und Mucin gebildetes Gemenge.

Häufung abgelagert werden und miteinander zur Bildung eines Gitterwerkes zusammenfliessen; es entsteht auf diese Weise der sogenannte *incrustirte Knorpel* oder *Knorpelknochen*, welcher bei den Haien eine persistente Form des Skeletgewebes darstellt, bei den höheren Vertebraten nur vorübergehend, insbesondere vor der Ossification auftritt (Fig. 42 *a*, *b*). Bei der Rigidität des Knorpels erscheint es begreiflich, dass wir denselben als Stützgewebe zur Skeletbildung verwendet sehen, ausnahmsweise bei Wirbellosen (Cephalopoden, Röhrenwürmer wie *Sabella*), sehr allgemein bei Vertebraten, deren

Fig. 40. Fig. 41.

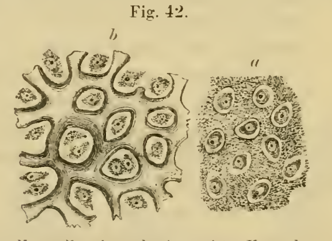


Hyalinknorpel. Faserknorpel.

Skelet stets Knorpeltheile enthält, bei Fischen sogar ausschliesslich von denselben gebildet sein kann (Knorpelfische).

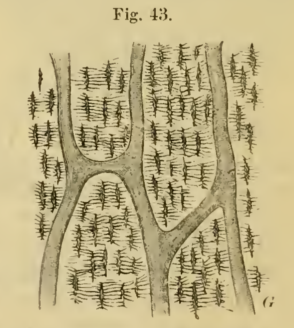
Der Knochen zeigt den höchsten Grad von Rigidität, indem Intercellularsubstanz durch Aufnahme von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk zu

Fig. 42.



Knorpelknochen oder incrustirter Knorpel.

Fig. 43.



Längsschliff durch einen Röhrenknochen, nach Kölliker. *G* Gefässcanälchen.

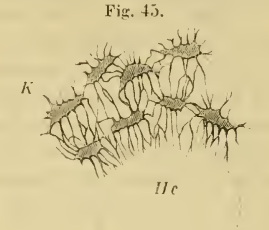
einer harten Masse erstarrt ist, in welcher die Zellen (sogenannte Knochenkörperchen) mit ihren zahlreichen feinen Ausläufern untereinander anastomosirend, in grosser Zahl und bestimmter Anordnung vertheilt liegen (Fig. 43, 44, 45). Auch Magnesium, Fluor und Chlor finden sich in den anorganischen Bestandtheilen der Grundsubstanz. Die Zellen füllen natürlich entsprechende Höhlungen der festen Grundsubstanz aus, welche noch von zahlreichen kleineren Canälen und den Markräumen durchsetzt wird. Jene führen die ernährenden Blutgefässe, deren Verlauf und Verzweigungen sie genau wieder-

holen, und stehen in Beziehung zu einer regelmässig concentrischen Schichtung und Lamellenbildung der Grundsubstanz, die nur scheinbar homogen ist, in

Fig. 44.

Querschnitt durch einen Röhrenknochen, nach Kölliker. *K* Knochenkörperchen, *G* Gefässcanälchen, *L* Lamellensysteme.

Fig. 45.



K Höhlungen der Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern, welche in das Gefässcanälchen (Havers'schen Canal) *Hc* einmünden. (Nach Kölliker.)

Wahrheit aber eine fein fibrilläre Structur besitzt. Die Canälchen beginnen an der Oberfläche des Knochens, welche von dem gefäss- und nervenreichen Periost überkleidet wird und münden in grössere Markräume aus, welche bei den Röhrenknochen die Achse einnehmen, bei den spongiösen Knochen aber in unregelmässiger Vertheilung auftreten.

In einer zweiten Form des Knochengewebes werden zahlreiche sehr lange und parallel gerichtete verzweigte Fasern in die harte Zwischensubstanz eingeschlossen, die somit von einer grossen Zahl feiner, durch seitliche Ausläufer verbundener Röhrchen durchsetzt ist. An Stelle der Knochenzellen treten Fasern auf, welche enorm verlängerten Ausläufern der Bildungszellen *(Odontoblasten)*, beziehungsweise den Resten dieser letzteren entsprechen. Dieses von feinen parallelen Röhrchen durchsetzte harte Gewebe findet sich in den Knochen der Teleostier und ganz allgemein als „*Dentin*" oder „*Zahnbein*" als Grundmasse der Zähne verwendet (Fig. 46). Die als Schmelz unterschiedene Bekleidung der Zahnkrone besteht aus senkrecht dem Dentin aufgelagerten „Schmelzprismen" und ist als Product eines epithelialen Organs, des „Schmelzorgans", aus den verkalkten Cylinderzellen desselben hervorgegangen. Das die Wurzel umwuchernde Cement, welches an den schmelzfaltigen Zähnen in die Buchten der Zahnkrone einwuchert und häufig zahlreiche Zahnkeime zur Bildung eines

Fig. 46.



Schliff durch ein Stück Zahnwurzel, nach Kölliker. *C* Cement, *J* Interglobularräume, *D* Dentin mit den Zahnröhrchen.

zusammengesetzten Zahnes verkittet, ist ossificirtes Bindegewebe des Alveolenperiostes.

Rücksichtlich seiner Genese wird der Knochen durch weiches Bindegewebe oder durch Knorpel vorbereitet. In beiden Fällen entwickelt er sich durch epithelial angeordnete Zellen, sogenannte *Osteoblasten*, welche auf ihrer Oberfläche die erstarrende geschichtete Knochensubstanz ausscheiden. Die Präformirung durch Knorpel hat für einen grossen Theil des Skeletes, insbesondere der höheren Vertebraten, Geltung. Früher legte man auf den Gegensatz der Entstehung aus Bindegewebe oder Knorpel grossen Werth und unterschied jene als secundäre, diese als primäre Knochenbildung, während in Wahrheit eine grosse Uebereinstimmung besteht. Denn auch im letzteren Falle tritt im Zusammenhange mit einer vorausgegangenen Kalkincrustirung und partiellen Zerstörung oder Einschmelzung des Knorpels vom Mark aus eine weiche bindegewebige Neubildung (osteogene Substanz) auf, deren Zellen (Osteoblasten) sich in Knochenkörperchen umgestalten, während die von jenen erzeugte Zwischensubstanz zur Grundsubstanz wird (Fig. 47). Dazu kommt, dass auch die knorpelig präformirten Knochen ein Dickenwachsthum vom Perioste aus besitzen. Uebrigens kann auch der Knorpel direct ossificiren, indem seine Zellen zu Knochenkörperchen werden und die Grundsubstanz verknöchert (Geweihe).

Fig. 47.



Ein Schnitt aus ossificirendem Knorpel, nach Frey. *a* kleinere im Knorpelgewebe gelegene Markräume, *b* solche mit Zellen des Knorpelmarks, *c* Reste des verkalkten Knorpels, *d* grössere Markräume, *e* Osteoblasten.

Im Anschluss an die Gewebe der Bindesubstanz wird das *Blut* und die *Lymphe* zu besprechen sein, die als ernährende Flüssigkeiten eine weite Verbreitung finden, jedoch keine wahren Gewebe darstellen. Sowohl das in der Regel farblose Blut der Wirbellosen, als das mit seltenen Ausnahmen rothe Blut der Wirbelthiere besteht aus einem flüssigen eiweissreichen Plasma und zahlreichen in demselben suspendirten Blutkörperchen. Diese fehlen ausser bei den einzelligen Protozoen auch bei niederen Metazoen, in deren Körper man Blut durch einen die Gewebe durchtränkenden Saft ersetzt findet (Coelenteraten, parenchymatöse Würmer). Auch in der Blutflüssigkeit einiger höher organisirter Coelomaten (Nematoden, Copepoden) konnten bislang keine Zellelemente nachgewiesen werden. Während das Plasma aus dem auf dem Wege der Verdauung gewonnenen „Chylus“-Saft herzuleiten ist, sind die Zellen desselben freigewordene Elemente von Meso-

derm-, beziehungsweise Mesenchymgeweben. Sie treten bei den Wirbellosen als unregelmässige, oft spindelförmige Zellen mit der Fähigkeit amöboider Bewegungen auf. Bei den Wirbelthieren finden wir im Plasma rothe Blutkörperchen (entdeckt von Swammerdam beim Frosch) in so grosser Zahl und dichter Häufung, dass das Blut für das unbewaffnete Auge das Aussehen einer homogenen rothen Flüssigkeit gewinnt. Es sind dünne Scheibchen von ovalem, nahezu elliptischem oder kreisförmigem (Säugethiere)[1] Umrisse, im ersteren Falle kernhaltig, im letzteren kernlos (die Entwickelungszustände ausgenommen) (Fig. 48). Dieselben enthalten den Blutfarbstoff, das *Hämoglobin*, welches beim Austausch der Athemgase eine grosse Rolle spielt, indem dasselbe Sauerstoff im Respirationsorgan aufnimmt (*Oxyhämoglobin*) und in den Capillaren der Organe abgibt. Die farblosen Blutkörperchen sind echte Zellen von überaus veränderlicher Form mit amöboiden Bewegungen (Phagocyten, Leukocyten, Auswanderung in die Gewebe, Neubildungen etc.) und stammen aus den Lymphdrüsen, in denen sie als Lymph-Chyluskörperchen ihre Entstehung nehmen, um mit dem Lymphstrom in das Blut zu gelangen. Die amöboiden farblosen Blutzellen der Wirbellosen sind den Lymphkörperchen der Wirbelthiere an die Seite zu stellen, indessen ist dort nicht selten das Plasma gefärbt und in manchen Fällen sogar hämoglobinhaltig und röthlich tingirt. Auch kommen bei einigen Anneliden (*Phoronis*) und Muschelthieren hämoglobinhaltige Blutzellen vor.

Fig. 48.



Blutzellen nach Ecker, *a* farblose Blutzelle aus dem Herzen der Teichmuschel (*Anodonta*), *b* der Raupe von *Sphinx*, *c* rothes Blutkörperchen von *Proteus*, *d* der glatten Natter. *d′* Lymphkörperchen derselben, *e* rothes Blutkörperchen des Frosches. *f* der Taube, *f′* Lymphkörperchen derselben. *g* rothe Blutkörperchen des Menschen.

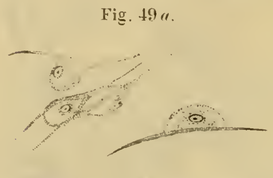
3. Muskelgewebe.

An dem Protoplasma der thätigen Zelle beobachten wir die Eigenschaft der Contractilität, die Fähigkeit, nach allen Richtungen des Raumes Bewegungen seiner kleinsten Theilchen auszuführen. Schon im Innern der protoplasmatischen Leibessubstanz von Protozoen macht sich aber eine streifenartige Anordnung von Theilchen geltend, durch welche ein höherer Grad des Contractionsvermögens auf die Richtung der Streifen ermöglicht

[1]) Elliptisch unter den Säugern beim Kameel und Lama, kreisförmig unter den Fischen bei *Petromyzon*.

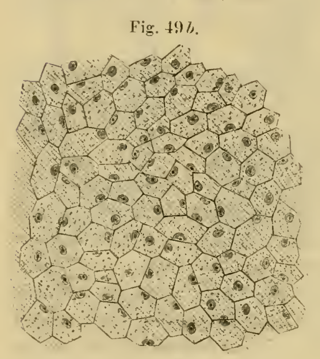
wird (Muskelstreifen oder Myonemen der Infusorien). Mittelst ähnlicher Differenzirungen im Protoplasma bilden bei den Metazoen gewisse Zellen und Zellencomplexe das Vermögen der Zusammenziehung nach einer Richtung vollkommener aus und erzeugen die ausschliesslich zur Bewegung dienenden Muskelgewebe. Dieselben ziehen sich nach dieser bestimmten und der Längsstreifung des Inhaltes entsprechenden Richtung ihrer Längsdimension im Momente der Activität zusammen und ändern das im Ruhezustand gegebene Verhältniss der Längs- und Querdimension derart, dass sie die erstere verkürzen, während sie gleichzeitig breiter werden.

Fig. 49 *a*.



Myoblasten einer Meduse (*Aurelia*).

Fig. 49 *b*.



Muskelepithel einer Meduse (*Aurelia*).

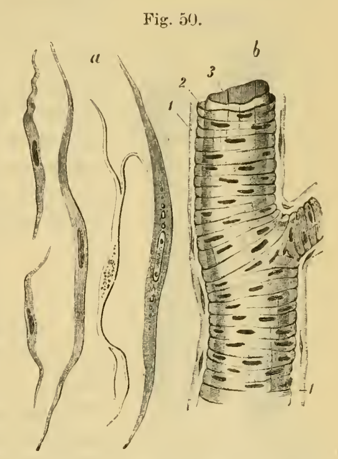
In den ersten Anfängen ist es nur ein kleiner Theil des Zellenleibes, welcher zur contractilen Faser sich gestaltet. Bei den Hydroidpolypen und Medusen sind es die in der Tiefe gelegenen Plasmatheile der muskelbildenden Zellen (Myoblasten)[1], welche sich zu zarten Muskelfasern oder Fasernetzen ausbilden, während die aufliegenden Zellenkörper, die Erzeuger jener, noch andere Functionen vermitteln und in der Regel noch Wimperhaare tragen. Mit Rücksicht auf die epithelartige Anordnung der Myoblasten nennt man die Gesammtheit derselben auch Muskelepithel (Fig. 49 *a*, *b*). In der weiteren Entwickelung erscheint der grösste Theil des Zellplasmas als contractile Muskelsubstanz verwendet, beziehungsweise die ganze Zelle faserartig verlängert. Es rücken dann die Muskeln von der Oberfläche in die Tiefe und bilden hier von Bindegewebstheilen gestützte selbstständige Schichten, sie können aber auch aus mesodermalen Zellen, sowie aus sogenannten Mesenchymzellen ihren Ursprung nehmen. Man unterscheidet zwei morphologisch und physiologisch differente Formen von Muskeln: die *glatten Muskeln* oder contractilen Faserzellen und die *quergestreifte Muskelsubstanz*.

Glatte Muskeln sind spindelförmige, platte oder bandförmig gestreckte Zellen und Lagen solcher Zellen, welche auf den in der Regel vom Nerven veranlassten Reiz langsam reagiren, allmälig in den Zustand der Contraction eintreten und in diesem länger beharren. Die contractile

[1]) Wurden fälschlich als „Neuromuskelzellen“ gedeutet, obwohl eine Beziehung derselben zur Entstehung von Ganglienzellen nicht erweisbar ist. Hiermit soll natürlich nicht etwa gesagt sein, dass das Myoblast keine Reizbarkeit besitze.

Substanz erscheint meist homogen, indessen nicht selten auch längsstreifig. Die glatten Muskeln haben die grösste Verbreitung auf dem Gebiete der wirbellosen Thiere (Mollusken), werden aber auch bei den Vertebraten zur Bildung der Wandungen zahlreicher Organe (Gefässe, Ausführungsgänge der Drüsen, Darmwand) verwendet (Fig. 50).

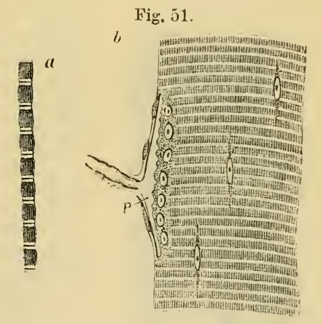
Fig. 50.



a Glatte Muskelfasern isolirt, *b* Stück einer Arterie, nach Frey. *1* Aeussere bindegewebige Schicht, *2* die aus glatten Muskelfasern gebildete mittlere Schicht, *3* kernlose Innenschicht.

Quergestreifte Muskeln. Dieselben bestehen aus Zellen, häufiger aus vielkernigen sogenannten Primitivbündeln (Muskelfasern) und charakterisiren sich durch die Umwandlung des Protoplasmas oder eines Theiles desselben in eine quergestreifte Substanz mit eigenthümlichen, das Licht doppelt brechenden Elementen (Sarcous elements) und mit einer zweiten jene verbindenden, einfach brechenden Zwischensubstanz (Fig. 51 *a*, *b*). Physiologisch charakterisirt sich die quergestreifte Muskelsubstanz durch eine im Momente der Reizung eintretende energische und bedeutende Zusammenziehung, welche dieses Muskelgewebe vornehmlich zur Ausführung kräftiger Bewegungsleistungen (Muskulatur des Vertebratenskelets, Arthropoden) tauglich erscheinen lässt.

Fig. 51.

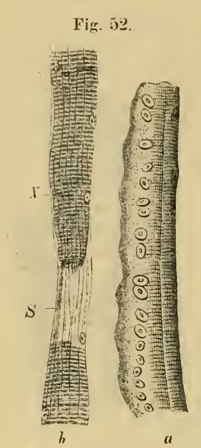


a Primitivfibrille, *b* quergestreifte Muskelfaser (Muskelprimitivbündel von *Lacerta* mit Nervenendigungen, *P* Nervenendplatte (nach Kühne).

Im einfachsten Falle sind auch die quergestreiften Fibrillen in der Tiefe von Myoblasten erzeugt, die ein zusammenhängendes flächenhaftes Epithel (Muskelepithel) über der zarten Faserschicht bilden (Medusen und Siphonophoren). Bei den höheren Thieren entstehen sie als Umbildung einer reicheren Menge von Protoplasma und betreffen fast den ganzen Inhalt der Zelle. Seltener bleiben dann aber die Zellen einkernig, so dass der ganze Muskel aus einer einzigen Zelle besteht (Augenmuskeln der Daphnien). Meist bilden sich die Zellen unter Vermehrung ihrer Kerne zu langgestreckten Muskelfasern, *Primitivbündeln*, um. an deren Peripherie eine Membran als *Sarcolemma* zur Differenzirung kommt (Fig. 52), oder es entstehen die Primitivbündel durch Verschmelzung zahlreicher in Reihen gestellter Zellen. Meist lagern die Kerne dem Sarco-

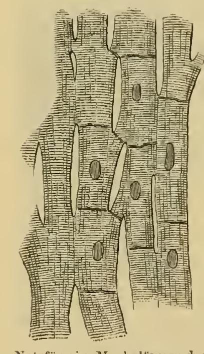
lemma an, häufig in einer peripherischen feinkörnigen Protoplasmaschicht, seltener sind dieselben reihenweise in der Achse des Schlauches zwischen feinkörnigen, indifferent gebliebenen Protoplasmatheilen angeordnet. Durch Zusammenlagerung zahlreicher Primitivbündel und Verpackung derselben mittelst Bindesubstanz entstehen die feineren und gröberen Muskelbündel, deren Faserung dem Verlaufe der Primitivbündel entspricht (Muskeln der Vertebraten). Auch kommt es vor, dass sowohl die einfachen Zellen, als die aus ihnen entstandenen mehrkernigen Muskeln Verästelungen bilden (Fig. 53). (Herz der Vertebraten, Darmmuskeln der Arthropoden etc.)

Fig. 52.



a Muskelfaser des Frosches in der Entwicklung, *b* Muskelfaser, streckenweise mit leerem Sarcolemma *S*, *N* Kern (nach Frey).

Fig. 53.



Netzförmige Muskelfasern des Herzens (nach Frey).

4. Nervengewebe.

Zugleich mit der Muskulatur tritt das Nervengewebe auf, welches jener die Reizimpulse ertheilt, aber in erster Linie als Sitz der Empfindung, des Bewusstseins und des Willens erscheint. Diese Functionen des Nervensystemes setzen eine bestimmte feinere Structur und molekulare Anordnung der Theilchen, sowie eine bestimmte chemische Beschaffenheit derselben voraus.

Wie die Muskelsubstanz, so ist auch die Nervensubstanz als eine besondere Differenzirung des Protoplasmas entstanden, mit der Fähigkeit, Reizimpulse als Bewegungen kleinster Theilchen in der Längsrichtung fortzupflanzen. Demgemäss erscheint die Substanz der Nerven als Nervenfibrille.

Man unterscheidet *Nervenzellen* und *Nervenfasern*.

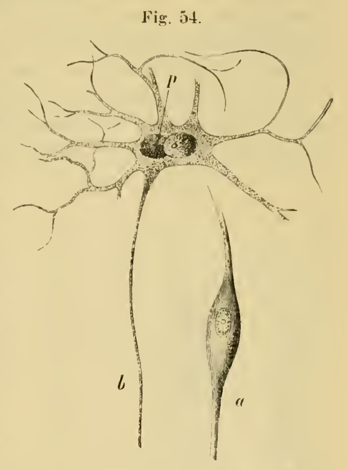
Bündel von nebeneinanderlaufenden, durch Bindegewebe verpackten Nervenfasern nennt man *Nerven*, Anhäufungen von Nervenzellen *Ganglien*.

Auch die Nervenzellen nehmen von Epithelien aus ihren Ursprung, und zwar von der als Ektoderm benannten äusseren Zellenlage (Coelenteraten), oder dem äusseren Keimblatt. Viele behalten ihre oberflächliche ektodermale Lage in der Haut, die meisten rücken in die Tiefe und bilden dann mehr peripherisch, bald mehr central gelegene als Ganglien bekannte Anhäufungen.

Die Ganglienzellen gelten als die Herde der Nervenerregung und finden sich vornehmlich in den Centralorganen, welche bei den Wirbel-

thieren als Gehirn und Rückenmark bezeichnet werden. Ihr Zellenleib besitzt eine feinkörnige granuläre und zugleich fibrilläre Structur, umschliesst einen grossen Kern mit Kernkörperchen und läuft in einen oder mehrere Fortsätze (unipolare, bipolare, multipolare Ganglienzellen) aus, von denen einer (der Nervenfortsatz) zur Wurzel einer Nervenfaser wird (Fig. 54 *a, b*). Die übrigen als Protoplasmafortsätze oder Dendriten unterschiedenen Fortsätze verästeln sich meist sogleich nach ihrem Ursprung. Die Zellen der peripherischen Ganglien liegen in bindegewebigen Scheiden eingebettet, welche sich über ihre Fortsätze und somit auch über die Nervenfaser ausdehnen (Schwann'sche Scheide), meist aber werden Complexe von Nervenfasern noch in bindegewebige Hüllen eingeschlossen.

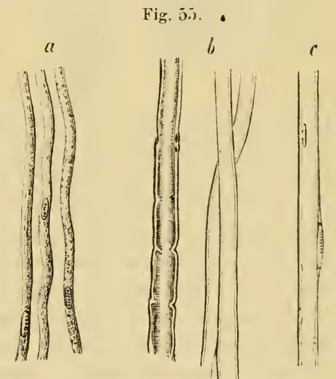
Fig. 54.



a Bipolare Ganglienzelle, *b* multipolare Nervenzelle aus dem menschlichen Rückenmark (Vorderhorn), nach Gerlach. *P* Pigmentklümpchen.

Die *Nervenfasern* leiten entweder den von der Zelle aus erzeugten Reiz in *centrifugaler* Richtung fort, d. h. sie übertragen denselben von den Centralorganen auf die peripherischen Organe (motorische und Drüsennerven, Nerven der elektrischen Organe und der Leuchtorgane) oder leiten umgekehrt *centripetal* von der Peripherie des Körpers nach dem Centrum (sensible und sensorische Fasern). Dieselben beginnen als Ausläufer der Ganglienzellen und sind meist wie diese (mit Ausnahme der Fasern in den Centren) von einer kernhaltigen Hülle umschlossen. In grosser Zahl nebeneinander gelagert, setzen sie die kleineren und grösseren Nerven zusammen. Nach dem feineren Verhalten der Nervensubstanz haben wir zwei Formen von Nervenfasern zu unterscheiden: die markhaltigen oder doppelt contourirten und die marklosen oder nackten Achsencylinder (Fig. 55 *a, b, c*). Die ersteren zeichnen sich dadurch aus, dass beim Absterben der Nerven in Folge eines Gerinnungsprocesses eine stark lichtbrechende fettreiche Substanz als peripherische Schicht zur Sonderung gelangt und

Fig. 55.



Nervenfaser, zum Theil nach M. Schultze. *a* Marklose Sympathicusfasern, *b* markhaltige Fasern, die eine mit beginnender Gerinnung des Nervenmarks, *c* markhaltige Faser mit der Schwann'schen Scheide.

scheidenähnlich als „*Markscheide*“ (Nervenmark, Myelin) die centrale Faser, den sogenannten *Achsencylinder,* umgibt. Jene verliert sich in der Nähe der Ganglienzelle, in deren Protoplasma ausschliesslich die Substanz des Achsencylinders eintritt. In der zweiten Form, in der marklosen Nervenfaser, fehlt die Markscheide, wir haben es nur mit einem nackten oder von einer bindegewebigen Hülle umlagerten Achsencylinder zu thun, der den gleichen Zusammenhang mit der Ganglienzelle zeigt (Sympathicus, Nerven der Cyclostomen, der Wirbellosen). Nicht selten finden wir aber, namentlich an den Sinnesnerven, die Achsencylinder, die sich ebenso wie die markhaltigen Nerven in ihrem Verlaufe theilen und in immer feinere Aestchen verzweigen können, in sehr feine Nervenfibrillen aufgelöst und gewissermassen in ihre Elemente zerlegt. Bei den Wirbellosen treten häufig die Nerven als feinstreifige Fibrillencomplexe auf, an denen wir bei dem Mangel von Nervenscheiden nicht im Stande sind, die Grenzen der einzelnen Achsencylinder oder Nervenfasern zu erkennen.

Fig. 56.



Stäbchenförmige Sinneszellen aus der Regio olfactoria, nach M. Schultze. *a* vom Frosch, *Sz* Stützzelle zwischen zwei cilientragenden Stäbchenzellen, *b* vom Menschen, *c* vom Hecht. Wahrscheinlicher Zusammenhang der Nervenfibrillen mit den Sinneszellen.

Die peripherischen, am Ende der Sinnesnerven auftretenden Differenzirungen ergeben sich aus Umgestaltungen und cuticularen Abscheidungen derselben. In solcher Weise erscheinen die sogenannten Endapparate sehr allgemein aus modificirten Epithelzellen *(Sinnesepithelien)* hergestellt (Fig. 56 *a, b, c*).

Während man bislang allgemein annahm, dass die benachbarten Ganglienzellen untereinander durch Fortsätze verbunden seien, ist durch neuere Untersuchungen (Golgi, Ramón y Cajal, Retzius u. A.) dargethan worden, dass dieser Zusammenhang lediglich ein indirecter ist und durch Anlegen und Verschlingung der Endbäumchen von Nervenfortsätzen vermittelt wird. Somit erscheint das Nervensystem aus einer sehr grossen Zahl von Nerveneinheiten *(Neurone)* zusammengesetzt, welche theils in der Peripherie (Haut, Sinnesorgane), theils in den Ganglien und Nervencentren liegen und als Neurone erster, zweiter, dritter etc. Ordnung unterschieden werden können. In den centripetalleitenden Bahnen beginnt die Erregung von der peripherischen Nervenzelle der Haut oder des Sinnesorganes mit dem Neuron erster Ordnung, und ist der Nervenfortsatz centralwärts gewendet, um sich mit seinen Endbäumchen an eine centrale Ganglienzelle anzulegen. Bei den centrifugal leitenden Bahnen ist das Lagenverhältniss das umgekehrte.

Organbildung. Grössenzunahme, Arbeitstheilung und fortschreitende Vervollkommnung.

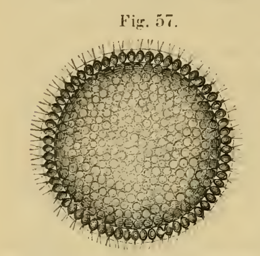
Die Gewebe sind Zellencomplexe, welche sich aus Abkömmlingen der Eizelle entwickelt haben, und bauen die Organe auf. Mit ihrer Differenzirung übernehmen dieselben eine besondere Arbeitsleistung, welche die Function des Organes bestimmt. Organbildung oder Organisation beruht demnach auf fortschreitender Divergenz in der Gestaltung und in der dieser entsprechenden Arbeitsleistung der auseinander hervorgegangenen Zellengenerationen, welcher Wachsthum und Grössenzunahme des Körpers parallel geht. Man wird nun fragen, weshalb sich aus den einfachsten Organismen bei fortschreitendem Wachsthum des Körpers eine höhere Organisation entwickeln musste?

Bei den Protozoen entspricht der gesammte Organismus dem einer einzigen Zelle, sein Leibessubstrat ist Protoplasma, seine Haut die Zellmembran, häufig sogar noch ohne Oeffnung zur Einfuhr fester Körper und dann lediglich zur endosmotischen Ernährung befähigt. In solchen Fällen, wie z. B. bei den *Gregarinen,* genügt die äussere Leibeshülle ähnlich wie die Membran der Zelle zur Aufnahme der Nahrungsstoffe und zur Entfernung der Ausscheidungsproducte, somit zur Vermittlung der vegetativen Verrichtungen. Als Leibesparenchym fungirt das Protoplasma, in welchem sich die vegetativen wie animalen Lebensthätigkeiten vollziehen. Dieselben entsprechen offenbar noch einer sehr niedrigen tiefen Lebensstufe, obwohl bereits verschiedenartige Functionen von besonders differenzirten Theilen des Protoplasmaleibes (Muskelstreifen, Nesselfäden im Ektoblast, pulsirende Vacuole) besorgt werden.

Schon bei so einfacher Gestaltung des Organismus ergibt sich eine bestimmte Beziehung zwischen den Functionen der Oberfläche und der von dieser umschlossenen Masse, an deren Theilen sich die Processe des vegetativen und animalen Lebens vollziehen. Diese Beziehung setzt ein innerhalb gewisser Grenzen fixirtes Grössenverhältniss der Oberfläche zur Masse voraus, welches sich mit dem fortschreitenden Wachsthum verändern muss, da die Zunahme der Masse im Cubus, die der Oberfläche nur im Quadrat steigt. Daher wird beim Wachsthum mit fortschreitender Assimilation und dieser entsprechend mit zunehmender Grösse die Oberfläche eine relativ kleinere werden. Schliesslich wird dieselbe nicht mehr ausreichen, um die vegetativen Processe zu vermitteln, und, falls das Leben fortbestehen soll, bei einer bestimmten Energie des Lebens vergrössert werden müssen. Dies gilt nicht nur für die einfachen Zellen gleichwerthigen Organismen, welche sich wie die Zelle ernähren, sondern für die Zelle selbst, die eine innerhalb gewisser Grenzen fixirte Grösse einhält. Daher wird der Organismus entweder zu Grunde gehen oder das gestörte Verhältniss auf anderem Wege wieder herstellen müssen. Und dieser Weg kann nur in der Theilung gegeben sein.

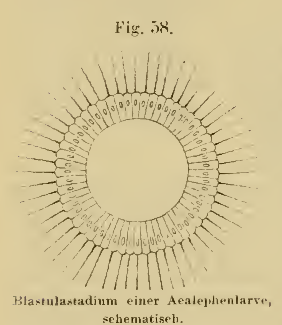
Die Tochterzellen, die das Leben der Mutterzelle weiterführen, können nun auch im Verband bleiben, in einfachen oder verästelten Reihen, oder flächenhaft *(Gonium)*, oder an der Oberfläche einer Kugel *(Volvox)* aneinanderliegen und Substanzen ausscheiden, die ihre Verbindung unterhalten. Sie ergänzen sich zu einem grösseren, durch die sich summirende Arbeit der Einheiten lebenskräftiger gewordenen Zellenstaate (Colonien der Protisten), in welchem alle Elemente im Wesentlichen die gleiche Arbeit verrichten. Einer einheitlichen Gestaltung besonders günstig erscheint offenbar die Anordnung der Theilproducte an der *Oberfläche einer Kugel*, durch welche auch die gleichmässige Fortbewegung am besten aufrecht erhalten bleibt (Fig. 57). Die Elemente behalten ihre Cilien, die alle an der Aussenseite hervortreten und den Gesammtkörper rotirend fortbewegen *(Volvox, Monaden-Colonien, Magosphaera)*. So entsteht die Keimblase oder *Blastula als Ausgangsform des Metazoenleibes* (Fig. 58).

Fig. 57.



Zellencolonie eines jugendlichen *Volvox globator* (nach Stein).

Fig. 58.



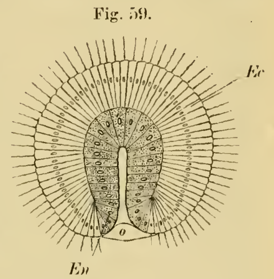
Blastulastadium einer Acalephenlarve, schematisch.

Indessen sind auch dieser Gestaltung bestimmte Grenzen der Grösse gesetzt; die äussere Fläche, welche die Ernährung vermittelt, reicht nicht mehr aus, eine Vergrösserung derselben ist nur unter Vermittlung fortgesetzter Zellenvermehrung, durch Bildung von Auswüchsen, beziehungsweise Herstellung einer inneren Fläche zu erreichen. Hiemit ist nicht nur die Nothwendigkeit der mit fortschreitender Grössenzunahme auftretenden Organisation bewiesen, sondern auch zugleich das Wesen der thierischen Organisation charakterisirt. Die zahlreichen Zellen, welche aus dem Inhalt des ursprünglich einfachen Organismus hervorgegangen und anfangs untereinander gleichartig eine peripherische Lage einzunehmen bestrebt waren, müssen sich im Zusammenhang mit dem Bedürfnisse des wachsenden Organismus zur Begrenzung beider Flächen in eine äussere und innere Lage sondern, die an der Stelle des Körpers, an welcher sich die innere Cavität nach aussen öffnet, an der „Mundöffnung" zusammenhängen. Mit dem Auftreten einer inneren Lage von Zellen ergibt sich zugleich eine Arbeitstheilung der Functionen. Die äussere Zellenlage wird vornehmlich die animalen Leistungen, Bewegung und Empfindung, vermitteln, die innere der Verdauung dienen. Aeussere und innere Zellenlage werden aber im Zusammenhange mit diesen verschiedenen Functionen eine verschiedene Gestaltung der Zellen ausbilden. Die Zellen der äusseren Lage erscheinen mehr cylindrisch gestreckt, von blassem eiweissreichem Inhalt

und tragen Wimpern, die der inneren verdauenden Cavität haben eine mehr rundliche Gestalt und dunkelkörnige Beschaffenheit, können aber auch Wimperhaare zur Fortbewegung des Inhaltes gewinnen. In der That findet man die aus physiologischen Gesichtspunkten als nothwendig abgeleitete einfachste Form eines zellig differenzirten Organismus in der zweischichtigen „*Gastrula*“ wieder, welche in allen Kreisen des Thierreiches als junge frei lebende Larve auftreten kann und im Coelenteratenkreise dem ausgebildeten fortpflanzungsfähigen Formzustand nahesteht (Fig. 59).

Die mit der weiteren Grössenzunahme fortschreitende Complication der Organisirung ergibt sich theils aus einer weiteren durch secundäre Erhebungen, Faltungen und Einstülpungen erzeugten Flächenvergrösserung, theils aus dem Auftreten neuer zwischen beiden Zellenschichten gelagerter, intermediärer Gewebe (Mesoderm, Mesenchym). Die „secundären Flächeneinstülpungen“ übernehmen besondere Leistungen und gestalten sich zu Drüsen um, während die intermediären Gewebe in erster Linie den Körper stützen und somit das Skelet erzeugen, dann aber auch bei den höheren Thieren die Bewegungsfähigkeit des Organismus steigern und als „Muskeln“ zu dem äusseren (Hautmuskulatur) und auch zu dem inneren Zellenblatt (Darmmuskulatur) in nähere Beziehung treten. Ein zwischen äusserem und innerem Zellenstratum der Leibeswand vorhandener (*primäre Leibeshöhle*) oder durch losgelöste Aussackungen des Entoderms, eventuell durch Spaltung der mesodermalen Gewebsschicht secundär gebildeter Raum wird zur Leibeshöhle (*secundäre Leibeshöhle, Coelom*). Mit dem Auftreten von Skelettheilen und Muskeln verbindet sich die Differenzirung von Sinnes- und Nervenzellen aus modificirten Zellen des äusseren Blattes. Auch erheben sich in radiärer oder bilateraler Anordnung Auswüchse des Leibes und gestalten sich theils zu bestimmten, aus dem Bedürfniss der Flächenvermehrung abzuleitenden Organen der Athmung (Kiemen), theils zu Organen der Nahrungszufuhr und Bewegung um (Fangarme, Tentakeln, Extremitäten).

Fig. 59.



Gastrulastadium einer Acalephenlarve. *Ec* Ectoderm, *En* Entoderm, *o* Gastrulamund (*Blastoporus*), schematisch.

Die mit der wachsenden Körpergrösse zunehmende Complication der Organisation beruht demnach auf einer fortschreitenden *Arbeitstheilung* der neu erzeugten Zellencomplexe, insofern sich die verschiedenen für den Lebensprocess erforderlichen Leistungen schärfer und bestimmter auf einzelne Theile des Ganzen, auf Organe mit besonderer Function concentriren. Indem die letzteren aber ausschliesslich zu bestimmten Arbeiten verwendet werden, können sie durch ihre besondere Einrichtung diese in reicherem Masse und höherer Vollendung zur Ausführung bringen und unter der Voraussetzung des geordneten Ineinandergreifens der Arbeiten sämmtlicher Organe dem

Organismus Vortheile zuführen, welche ihn zu einer höheren Lebensstufe befähigen, aber auch die untheilbare Einheit des Organismus begründen. Mit der Körpergrösse und Mannigfaltigkeit der Organisation steigt daher im Allgemeinen die Höhe und Vollkommenheit der Lebensstufe, sowie die Einheit und Untheilbarkeit des Organismus.

Correlation und Verbindung der Organe.

Die Organe des Thierleibes stehen schon gemäss ihrer allmäligen Entwicklung untereinander in einem sich gegenseitig bedingenden Verhältnisse, nicht nur ihrer Gestaltung, Grösse und Lage nach, sondern auch bezüglich ihrer Leistungen; denn da die Existenz des Organismus auf der Summirung der Einzelwirkungen aller Theile zu einer einheitlichen Aeusserung beruht, so müssen die Theile und Organe in bestimmter und gesetzmässiger Weise einander angepasst sein. Man hat dieses, schon aus dem Begriffe des Organismus und mit dessen Entwicklung sich als nothwendig ergebende (bereits *Aristoteles* bekannte) Abhängigkeitsverhältniss sehr passend als „*Correlation*" der Organe bezeichnet und schon vor vielen Decennien zur Aufstellung mehrerer Grundsätze verwerthet, deren vorsichtige Anwendung fruchtbare Gesichtspunkte für vergleichende Betrachtungen lieferte.

Die Verbindungsweise der Organe und die Art ihrer gegenseitigen Lagerung ist keineswegs, wie Geoffroy-St. Hilaire in seiner Theorie der Analogien aussprach, im ganzen Thierreiche nach ein und demselben Schema durchgeführt, sondern lässt sich mit Cuvier auf verschiedene Organisationstypen (nach der Anschauungsweise Cuvier's und dessen „*principe de la subordination des charactères*" als „Pläne" bezeichnet), Thierkreise oder Thierstämme, Phylen, zurückführen, welche als die höchsten, d. h. umfassendsten und allgemeinsten Abtheilungen des Systems durch eine Summe von Charakteren in der Gestaltung und gegenseitigen Lagerung der Organe bezeichnet sind. In der gemeinsamen Grundform ihres Baues stimmen höhere und niedere Entwicklungsstufen desselben Kreises überein, während ihre untergeordneten Merkmale im Speciellen sehr mannigfach abändern. Untereinander aber stehen die Thierkreise in verschiedener, näherer oder entfernterer Beziehung, wie sich aus der Verwandtschaft niederer Formzustände und der Entwicklungsvorgänge ergibt, sie repräsentiren daher keineswegs, wie das seinerzeit Cuvier glaubte, von einander vollkommen abgeschlossene und auch nicht einander coordinirte, gleichwerthige Gruppen.

Es ist die Aufgabe der *Morphologie*, das Gleichartige der Anlage unter den verschiedensten Verhältnissen der Organisation und Lebensart zunächst für die Thiere desselben Kreises, dann aber auch über diese hinaus für verschiedene Thierkreise nachzuweisen. Diese Wissenschaft hat gegenüber den *Analogien*, welche in den verschiedenen Kreisen auftreten und die gleichartige Leistung, die physiologische Verwandtschaft ähnlicher,

aber nicht auf die gleiche Anlage zu beziehender Organe betreffen, z. B. der Flügel des Vogels und Flügel des Schmetterlings, die *Homologien* zu bestimmen, d. h. die Theile von verschiedenen Organismen desselben, eventuell auch verschiedener einander subordinirter Kreise, welche bei einer ungleichen Form und unter abweichenden Lebensbedingungen eine verschiedene Function erfüllen, z. B. die Flügel des Vogels und die Vorderbeine des Säugethieres, als gleichwerthige Theile auf die gleiche ursprüngliche Anlage zurückzuführen. Organe gleicher Anlage, welche sich an dem Körper desselben Thieres wiederholen, wie die Vordergliedmassen und Hintergliedmassen, werden als *homodyname* bezeichnet.

Die zusammengesetzten Organe nach Bau und Verrichtung.

Die *vegetativen Organe* umfassen die Organe der *Ernährung*, welche, für jeden lebendigen Organismus nothwendig, Thieren und Pflanzen gemeinsam sind, bei den ersteren aber in allmäliger Stufenfolge und im innigsten Verbande mit den immer höher vorschreitenden animalen Leistungen zu einer mannigfaltigeren Gestaltung gelangen. An den Erwerb und die Aufnahme von Nahrungsstoffen schliesst sich beim Thiere die Verdauung derselben an; die durch die Verdauung löslich gewordenen assimilirbaren Stoffe werden zu einer ernährenden, den Körper durchströmenden Flüssigkeit (Blut), welche in mehr oder minder bestimmten Bahnen zu allen Organen gelangt und denselben Bestandtheile abgibt, aber aus jenen auch die unbrauchbar gewordenen Zersetzungsstoffe aufnimmt und bis zu deren Ausscheidung in bestimmten Körpertheilen weiterführt. Die zur Ausführung der einzelnen Functionen der Ernährungsthätigkeit allmälig zur Sonderung gelangenden Organe sind somit: der Apparat der *Nahrungsaufnahme, Verdauung* und *Blutbildung*, die Organe *der Respiration*, des *Kreislaufes* und die *Excretionsorgane*.

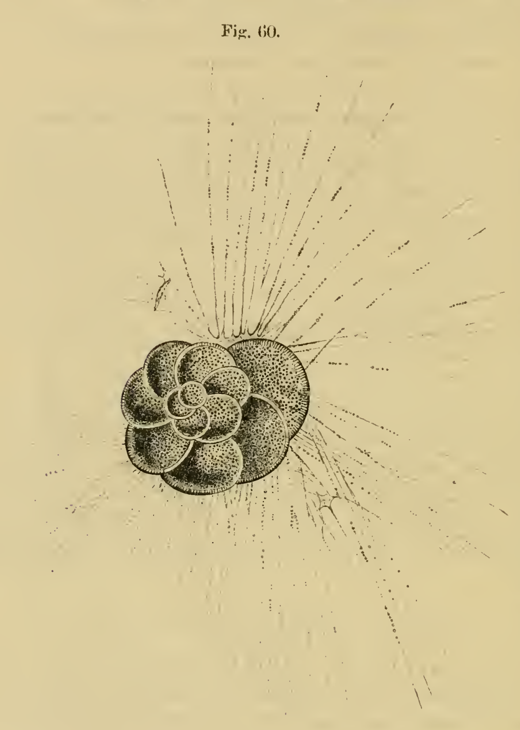
1. Organe der Nahrungsaufnahme und Verdauung.

Schon bei Thieren vom Werthe einer Zelle (Protozoen) findet eine Aufnahme fester Nahrungskörper statt, indem im einfachsten Falle, wie bei der Amoebe und den Rhizopoden, Sarcodefortsätze (Pseudopodien) fremde Körper umfliessen (Fig. 60). Bei den von einer festen Haut bekleideten, mittelst Cilien sich bewegenden Infusorien ist eine centrale weichflüssige Sarcodemasse (Endoplasma) vorhanden, welche, von der zäheren peripherischen Sarcodeschicht (Ectoplasma), wenn auch ohne scharfe Abgrenzung, umlagert, durch Mundöffnung und Mundtrichter eingetretene Nahrungsstoffe aufnimmt und verdaut. Als Organe der Nahrungszufuhr kommen Reihen stärkerer Cilien hinzu (adorale Wimperzone der Ciliaten) (Fig. 61).

Unter den *Metazoen* fungirt bei den Coelenteraten der innere Gastralraum, welcher nicht der Leibeshöhle, sondern zunächst der Darmhöhle der

übrigen Thiere entspricht, als verdauende Cavität. Die von demselben ausstrahlenden peripherischen Canäle betrachtete man früher als Gefässe, welche die durch Verdauung gewonnenen Nahrungssäfte im Körper umherführten (Gastrovascularapparat). In Wahrheit aber ist die in denselben (Radiärcanäle, Magentaschen) enthaltene und durch die Wimperhaare der Entodermbekleidung umherbewegte Flüssigkeit kein Nahrungssaft, sondern mit flottirenden Nahrungskörperchen erfülltes Seewasser. Jene sind mikroskopisch kleine Organismen, sowie Theile zerfallener grösserer Körper. Die Verdauung erfolgt nicht nur in der centralen Cavität und hier keineswegs unter dem Einflusse ausgeschiedener *enzymatischer* Secrete, sondern überall an der Berührungsfläche der Nahrungskörper mit dem Entoderm, und zwar an einzelnen Theilen wie an den Gastralfilamenten in verstärktem Masse. Auch vermögen die Entodermzellen der Gastralcavität fremde Körper mittelst amöboider Fortsätze aufzunehmen. Es besteht somit noch wie bei den *Protozoen* eine *intracellulare Verdauung*. Bei den grösseren Polypen (Anthozoen) hängt von der Mundöffnung ein Rohr in den Centraltheil der Verdauungscavität hinein, welches man als Magenrohr bezeichnet hat, obwohl es lediglich zur Zuleitung der Nahrungsstoffe, also mehr als Schlundrohr dient und, von Ektodermzellen bekleidet, an das Stomodaeum der mit einem Darmrohr versehenen Metazoen erinnert (Fig. 62).

Fig. 60.



Rotalia veneta, nach M. Schultze, mit einer im Pseudopodiennetz aufgenommenen Diatomacee.

Schon bei dieser einfachen Form der verdauenden Cavität treten Organe der Nahrungszufuhr auf; es sind vor dem Munde gelegene, radiär oder bilateral angeordnete Anhänge oder Fortsätze des Leibes, welche kleine Nahrungstheile herbeistrudeln oder als Arme fremde Körper ergreifen und in den Mund führen (Polypen, Quallen, Fig. 63). Auch können solche zum Fangen der Beute dienende Anhänge von dem Munde weiter entfernt liegen (Fangfäden der Medusen, Siphonophoren, Ctenophoren).

Erhält die verdauende Cavität ihre selbstständige, von der Körperwandung abgesetzte und meist (die parenchymatösen Würmer ausgenommen) durch einen Leibesraum getrennte Wandung, so erscheint dieselbe im einfachsten Falle als ein blind geschlossener, einfacher oder gabelig getheilter oder verästelter Schlauch mit scharf abgegrenztem Schlundtheile (Trematoden, Turbellarien) oder als ein mittelst After ausmündendes Darmrohr (Fig. 64 und 65). Im letzteren Falle tritt eine Gliederung ein, welche zur Unterscheidung von drei Abschnitten führt, des Munddarmes (Oesophagus) zur Einleitung der Nahrung, des Mitteldarmes zur Verdauung und des Enddarmes zur Ausführung der Speisereste. Während der Mitteldarm stets von einem auf das Entoderm zu beziehenden Epithel bekleidet wird, erscheinen Mund- und Afterdarm wenigstens in ihren äussersten Endabschnitten als durch Einstülpung der Körperwand entstandenes, daher in diesen als *Stomodaeum* und *Proctodaeum* zu bezeichnenden Abschnitten vom Ektoderm ausgekleidet. Der Antheil, welchen diese beiden Abschnitte an der Bildung des Darmes nehmen, ist ein überaus wechselnder, indem

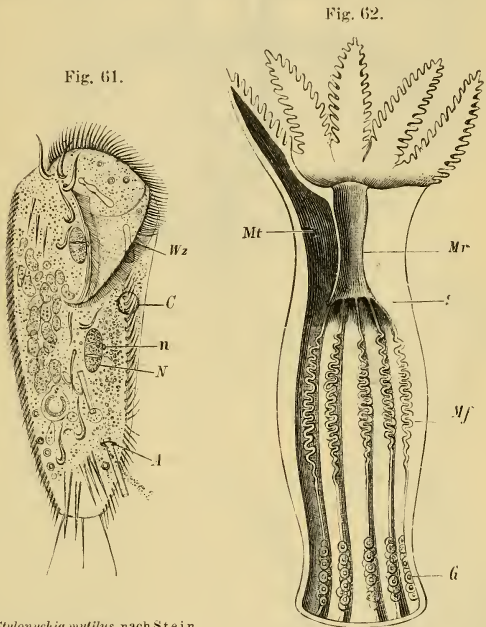
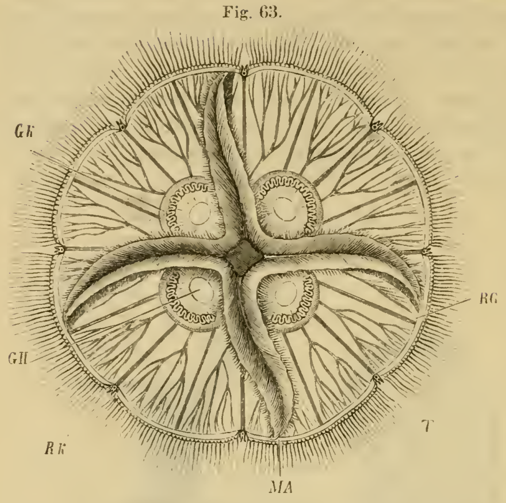


Fig. 61. *Stylonychia mytilus*, nach Stein, von der Bauchfläche gesehen, *Wz* Adorale Wimperzone, *C* contractile Vacuole, *N* Makronucleus, *n* Mikronucleolus, *A* After.

Fig. 62. Längsschnitt durch den Körper eines Anthozoenpolypen (Octactinie). *Mr* Magenrohr mit der Mundöffnung zwischen den gefiederten Fangarmen, *Mt* Magentasche, *Mf* Mesenterialfilamente, *G* Genitalorgane, *S* Septum.

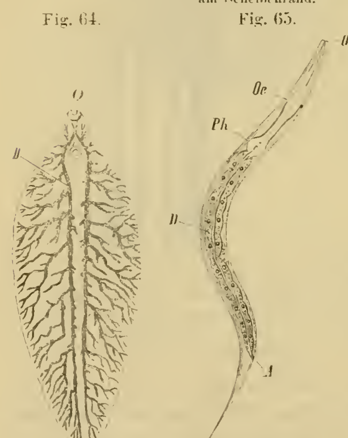
von denselben z. B. bei vielen Arthropoden, insbesondere Insecten und Decapoden, der gesammte, mehrfach gegliederte Mund- und Enddarm gebildet wird, während sie bei den Wirbelthieren auf die äussersten Enden des Vorder- und Enddarmes beschränkt sind. Auch kann der Darm rückgebildet sein und dementsprechend auch ein Mund und After fehlen. Solche Fälle sind nicht nur bei parasitischen Würmern (Cestoden, Acanthocephalen, einzelnen Nematoden), sondern auch bei schmarotzenden Crustaceen (Rhizocephalen) und Geschlechtsthieren von Rinden- und Wurzelläusen (Chermes, Phylloxera) bekannt geworden.

Fig. 63.



Die Ohrenqualle, *Aurelia aurita*, von der Mundfläche dargestellt. *MA* die vier Mundarme mit der Mundöffnung im Centrum. *Gk* Genitalkrausen, *GH* Oeffnung der Genitalhöhle, *Rk* Randkörper, *RG* Radiärgefässe, *T* Tentakeln am Scheibenrand.

Fig. 64. Fig. 65.



Darmcanal von *Distomum hepaticum*, nach R. Leuckart. *D* Darmschenkel, *O* Mundöffnung.

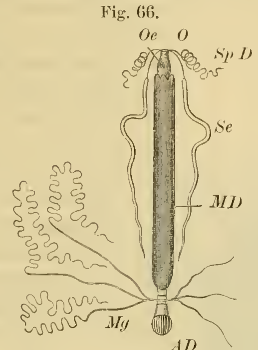
Darmcanal eines jungen Nematoden. *O* Mund, *Oe* Munddarm (Oesophagus) mit Pharyngeal-Anschwellung *Ph*, *D* Mitteldarm, *A* After.

Bei höheren Thieren wird in der Regel die Zahl der Abschnitte eines jeden der Hauptabschnitte eine grössere, ihre Form und Gliederung eine mannigfaltigere. Auch gestalten sich die Organe des Nahrungserwerbes, zu welchem oft dem Mund benachbarte Nebenanhänge, wie die *Extremitäten*, verwendet werden, complicirter.

Im einfachsten Falle wird am Munddarme der Eingangsabschnitt sehr erweitert und zu einem auch zur Respiration dienenden Pharyngealsack vergrössert, in welchen, wie bei den *Tunicaten*, kleine Nahrungskörper mit dem Wasser durch Wimperapparate eingestrudelt und in den nach-

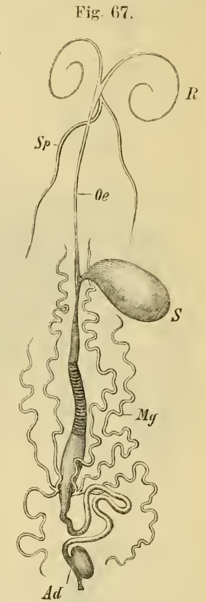
folgenden verengten Darmabschnitt übergeleitet werden. Ganz ähnlich verhält sich auch der Munddarm von *Amphioxus*. Bei höherer Entwicklung führt die Mundöffnung zunächst in eine *Mundhöhle*, vor oder innerhalb welcher feste Bildungen als Kiefer und Zähne das Erfassen und Zerkleinern (Vertebraten, Gasteropoden) der Nahrungsstoffe besorgen, aber auch durch den Zufluss von Secreten besonderer Drüsen, der Speicheldrüsen (Fig. 66 und 67), eine chemische Einwirkung auf die Speisetheile ausgeübt werden kann. Bei den Arthropoden liegt der Kauapparat ausserhalb des Körpers vor dem Munde, durch kieferartige Extremitätenpaare gebildet oder auch zum Stechen und Saugen umgestaltet *(Schmarotzer)*, bei Würmern rückt derselbe in einen Theil des Schlundes (Rotiferen, Kieferwürmer), ja selbst in einen erweiterten musculösen Abschnitt am Ende des Schlundes hinab. An dieser Stelle bildet sich häufig ein erweiterter Abschnitt als Magen aus, welcher unter nochmaliger mechanischer Bearbeitung (Kaumagen der Malacostraken), oder auch durch Absonderung von Secreten die Verdauung einleitet, beziehungsweise beiderlei Functionen vereinigt (Vögel) und dann den Speisebrei in den *Mitteldarm* überführt. Durch Erweiterungen und Ausstülpungen entstehen an der Mundhöhle Kehlsäcke, Backentaschen, am Oesophagus Kropfbildungen und am Magen Blindsäcke, sämmtlich als Nahrungsreservoirs zur vorübergehenden Aufbewahrung der aufgenommenen Nahrung.

Fig. 66.



Darmcanal nebst Anhangsdrüsen einer Raupe, *O* Mund, *Oe* Oesophagus, *Sp D* Speicheldrüsen, *Se* Spinndrüsen (Sericterien), *MD* Mitteldarm. *AD* Afterdarm, *Mg* Malpighi'sche Gefässe.

Fig. 67.

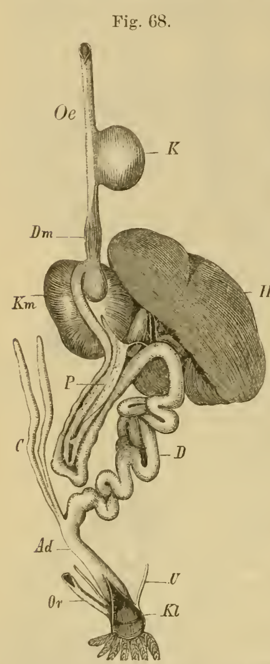


Darmcanal eines Schmetterlings. *R* Rüssel (Maxille), *Sp* Speicheldrüsen, *Oe* Oesophagus, *S* Saugmagen, *Mg* Malpighi'sche Gefässe, *Ad* Afterdarm.

Bei den Wirbelthieren kann durch solche Nebenbehälter der Magen eine complicirte Gestalt gewinnen. Bei den Fischen ist derselbe von der Speiseröhre noch nicht scharf abgesetzt und nur durch die Beschaffenheit der Schleimhaut, sowie durch einen nach hinten gerichteten Blindsack ausgezeichnet, während die Abgrenzung vom Mitteldarm meist durch eine verengte Stelle bezeichnet wird. Auch bei manchen Perennibranchiaten, wie *Proteus*, erscheint der Magen nicht einmal als erweiterter Abschnitt, wohl aber bei den Urodelen und Anuren, im letzteren Falle zuweilen bereits quergestellt, ebenso bei den Schildkröten und Crocodilen, an deren Magen

sich durch Annäherung des Pylorus an die Cardia eine grosse und kleine Curvatur bemerklich macht. Bei den Vögeln sind deutlich zwei Abschnitte als Drüsenmagen und Muskelmagen mit Reibplatte (Fig. 68, *Dm, Km*) zu unterscheiden. Unter den Säugethieren bewahrt der Magen seine primäre Längsstellung bei den Phoken, zeigt sich aber stets scharf abgesetzt und retortenförmig erweitert. Häufig buchtet sich der Cardialtheil blindsackartig aus, besonders bei Omnivoren (Fig. 69) und Pflanzenfressern, und ist mit einer derben, jedoch auch drüsenhaltigen Schleimhaut bekleidet. So bereitet sich die Trennung zweier Abschnitte vor, welche bei vielen Nagethieren durch eine quere Einschnürung schärfer abgegrenzt werden. Der cardiale Abschnitt mit seinem Blindsack entspricht mehr einem Nahrungsbehälter, während der Pylorusabschnitt die Labdrüsen (Pepsin, Umwandlung der Eiweisskörper in lösliche Modificationen, Peptone, bei saurer Reaction, Salzsäure) enthält und die Verdauung einleitet. Indem sich wiederum jeder der beiden Hauptabschnitte in zwei Räume absetzt, hat die morphologische und physiologische Gliederung des Magens in die vier als *Pansen*, *Netzmagen*, *Psalterium* und *Labmagen* unterschiedenen Mägen der Wiederkäuer ihr Extrem erreicht.

Fig. 68.

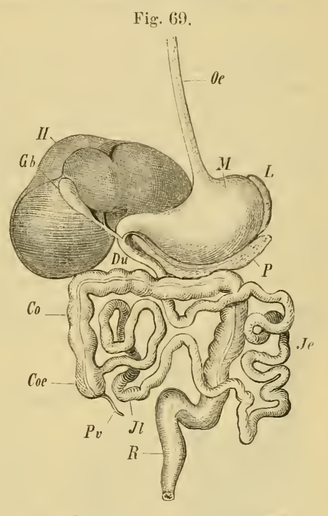


Darmcanal eines Vogels. *Oe* Speiseröhre, *K* Kropf, *Dm* Drüsenmagen, *Km* Muskelmagen, *D* Mitteldarm, *P* Pankreas, in der Duodenalschlinge gelegen, *H* Leber, *C* die beiden Blinddärme, *Ad* Aftsrdarm, *U* Ureteren, *Kl* Kloake, *Ov* Oviduet.

Der *Mitteldarm*, den man auch bei Wirbellosen oft als Magendarm oder *Chylusdarm* bezeichnet, bringt die bereits durch den Zufluss von Säften der Mundhöhle (Speichel) und des Magens eingeleitete Verdauung zum Abschluss; aus dem zur Resorption noch unfertigen Nahrungsbrei *(Chymus)* werden durch weitere chemische Einwirkung zufliessender Secrete einer oder mehrerer Mitteldarmdrüsen (der *Leber*, des *Pankreas*, der Darmdrüsen), welche wie das Secret der Labdrüsen die Eiweissstoffe in lösliche Modificationen überführen, die zur Resorption geeigneten Nahrungssäfte in Lösung gewonnen und als *Chylus* von der Darmwandung aufgesaugt. Nicht selten gliedert sich der Mitteldarm, dessen Flächenvergrösserung minder häufig durch Ausstülpung, meist durch Falten- und Zöttchenbildung, sowie durch Längenzunahme herbeigeführt wird, wieder in untergeordnete Abschnitte verschiedener Beschaffenheit, wie man beispielsweise am Säugethierdarm ein Duodenum, Jejunum und Ileum unterscheidet. (Fig. 69.)

Der vom Mitteldarm nicht immer scharf abgesetzte *Afterdarm* hat eine besondere Beziehung zur Ansammlung und Ausstossung der Kothreste, vermag jedoch in seinem proximalen Abschnitt, beziehungsweise Blinddarmanhange, eine Art Nachverdauung auszuführen. Bei niederen Thieren nur von geringer Ausdehnung, erlangt derselbe bei höheren Thieren eine bedeutendere Länge, beginnt mit einem (Säugethiere) oder zwei Blinddärmen (Vögel) und kann sich wieder (Säugethiere) in mehrere Abschnitte, wie Dickdarm und Mastdarm, gliedern und an seinem Ende mit Drüsen mancherlei Art (Analdrüsen), sowie als Kloakendarm mit den Ausführungsgängen der Harn- und Geschlechtsorgane in Verbindung treten. Auch kann derselbe zu Nebenfunctionen dienen, wie z. B. zum Athmen (Libellenlarven) oder zur Absonderung von Secreten der Spinndrüse (Larve des Ameisenlöwen).

Fig. 69.



Darmcanal des Menschen. *Oe* Oesophagus, *M* Magen, *L* Milz, *H* Leber, *Gb* Gallenblase, *P* Pankreas, *Du* Duodenum mit einmündendem Gallengang und pancreatischem Gang, *Je* Jejunum, *Jl* Ileum, *Co* Colon, *Coe* Blinddarm oder Coecum mit dem Processus vermiformis *Pv*, *R* Rectum.

Auf Ausstülpungen, welche sich durch weitere Differenzirung zu Anhangsdrüsen entwickelt haben, sind die *Speicheldrüsen*, die *Leber* und das *Pankreas* oder *Hepatopankreas* zurückzuführen.

Die *Speicheldrüsen* ergiessen ihr Secret in die Mundhöhle und dienen zur Verflüssigung der Nahrungstheile und zum Schlüpfrigmachen des Bissens, aber auch bereits zur chemischen Veränderung der aufgenommenen Nahrung, insbesondere zur Umwandlung von Amylum in Zucker. Dieselben fehlen zahlreichen Wasserthieren und sind besonders mächtig bei den Pflanzenfressern ausgebildet.

Die auf einer höheren Entwicklungsstufe durch ihren sehr bedeutenden Umfang ausgezeichnete *Leber* findet sich als Anhangsdrüse am Anfang des verdauenden Mitteldarmes. In ihrer ersten Anlage durch gelbliche oder bräunliche Zellen der Darmwand vertreten (Würmer), erhebt sie sich zuerst in Form kleiner blindsackähnlicher Schläuche (Phyllopoden) und erlangt durch weitere Verzweigung derselben eine complicirte Ausbildung von Gängen und Follikeln, welche in sehr verschiedener Weise selbst zu einem scheinbar compacten Organe zusammengedrängt sein können. Man hat indessen mit dem Namen „*Leber*“ in den verschiedenen Thierkreisen sehr verschiedene morphologisch und physiologisch nicht aufeinander zurückführbare Drüsen bezeichnet. Während bei den Wirbelthieren die Leber als gallenbereitendes Organ keine nachweisbare Beziehung zur Verdauung besitzt, vermögen die

Secrete mancher Anhangsdrüsen, die bei Wirbellosen als Leber benannt werden, jedoch besser als *Hepatopankreas* zu bezeichnen sind, auf Stärke und Eiweissstoffe eine verdauende Wirkung auszuüben, wenn sie auch ähnliche Nebenproducte und Farbstoffe wie die Galle der Vertebraten enthalten (Dekapoden, Cephalopoden, Heliciden). Bei den Wirbelthieren beruht die Bedeutung der Leber in erster Linie auf der Veränderung des durch sie hindurchfliessenden Blutes und der Bildung von Blutzucker.

Die Bauchspeicheldrüse, *Pankreas*, ist eine vornehmlich den Vertebraten zukommende Drüse des Mitteldarmes, deren Secret als Pankreassaft die im Magen begonnene Verdauung der Eiweisskörper im Darme bei alkalischer Reaction des Speisebreies, welche durch die zugeflossene Galle bewirkt ist, weiter führt. Unter den Fischen hat man nicht überall ein Pankreas als von der Darmwand abgehobene Drüse gefunden und deshalb früher den Mangel derselben behauptet. In solchen Fällen erscheint dieselbe jedoch in kleine, zwischen den Platten des Mesenteriums eingeschlossene Drüsengruppen vertheilt oder wie beim Karpfen, Labrax, Gobius etc. in die Leber eingebettet. Wie E. H. Weber früher gezeigt zu haben glaubte, sollte beim Karpfen und Barschen die Leber das fehlende Pankreas vertreten. Ausser der Bauchspeicheldrüse finden sich am Anfange des Duodenums bei den Ganoiden und bei zahlreichen Teleostiern (Thunfische, Lachse etc.) ein oder mehrere grössere oder zahlreiche kleinere Anhangsschläuche *(Appendices pyloricae)*.

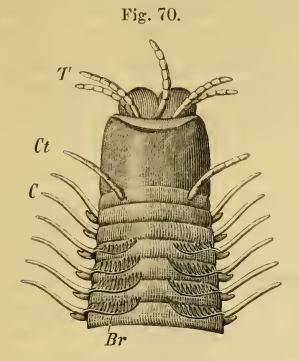
Organe der Athmung.

Ausser den durch die Darmwandung aufgenommenen Nahrungssäften bedarf der Organismus der fortgesetzten Zufuhr eines Gases, des *Sauerstoffes,* mit dessen Aufnahme zugleich die Abgabe von *Kohlensäure* (und Wasserdampf) verbunden ist. Der Austausch beiderlei Gase erfolgt zwischen dem Blute des thierischen Körpers und dem äusseren Medium und ist der wesentliche Vorgang der *Athmung.* Im einfachsten Falle besorgt die gesammte äussere Körperbedeckung den Austausch beider Gase, wie auch überall da, wo besondere Respirationsorgane auftreten, die äussere Haut bei der Athmung mit in Betracht kommt. Die Athmungsorgane entwickeln sich entweder als Ausstülpungen und Anhänge der Haut (Kiemen) oder als Einstülpungen von der Haut oder an der Wand des Darmes (Lungen).

Die Athmung im Wasser stellt sich natürlich weit ungünstiger für die Zufuhr des Sauerstoffes heraus als die directe Athmung in der Luft, weil nur die geringen Mengen von Sauerstoff, welche der im Wasser vertheilten Luft zugehören, in Verwendung kommen können. Daher findet sich diese Form der Athmung bei Thieren mit minder energischem Stoffwechsel und von tieferer Lebensstufe (Anneliden, Mollusken, Crustaceen, Fische), und es sind äussere, möglichst flächenhaft entwickelte Anhänge der Haut.

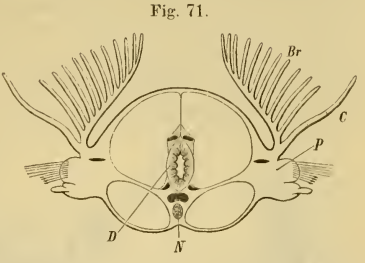
welche aus einfachen, geweihförmigen oder dendritisch verästelten Schläuchen

Fig. 70.



Kopf und vordere Leibassegmente einer *Eunice*, vom Rücken aus gesehen. *T* Tentakeln oder Fühler des Stirnlappens, *Ct* Cirri tentaculares, *C* Cirri an den Parapodien, *Br* Kiemenanhänge der Parapodien.

Fig. 71.



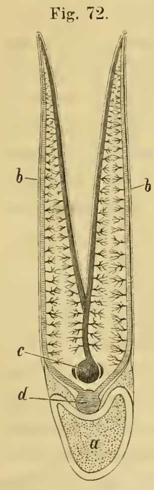
Durchschnitt durch ein Leibessegment der *Eunice*. *Br* Kiemenanhänge, *C* Cirri, *P* Parapodien mit dem Borstenbündel, *D* Darm, *N* Nervensystem.

(Fig. 70, 71) oder aus lanzetförmigen, dicht nebeneinander gedrängten, eine grosse Oberfläche bildenden Blättchen bestehen, die *Kiemen*. (Fig. 72.)

Die Organe der Luftathmung sind entweder *Lungen* oder *Tracheen*. Jene entwickeln sich als Ausstülpungen vom Darme aus im Innern des Körpers (Vertebraten) oder sind auch durch Duplicaturen der Haut erzeugte Höhlungen an der Aussenwand des Körpers (Mantelhöhle der Lungenschnecken, von *Birgus latro*) und entsprechen ebenfalls den Bedingungen einer bedeutenden Flächenwirkung zum endosmotischen Austausch zwischen Luft und den Blutgasen. Im ersteren Falle sind die Lungen geräumige Säcke mit alveolärer oder schwammiger, von zahlreichen Septen und Balken durchsetzter Wandung, welche ein äusserst reiches Netzwerk von Capillaren trägt.

Die *Luftröhren* oder *Tracheen* (Fig. 73) bilden ein im ganzen Körper verästeltes System von Canälen, welche die Luft nach allen Organen hinführen. Diese lediglich bei Wirbellosen vorkommenden Athmungsorgane sind von der Haut aus entstanden, und münden ihre Oeffnungen *(Stigmen)* an der

Fig. 72.



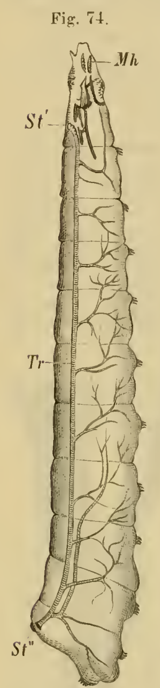
Durchschnitt durch die Kieme eines Teleostiers. *b* Kiemenblättchen mit den Capillaren, *c* zuführendes Gefäss mit venösem, *d* abführendes Gefäss mit arteriellem Blute, *a* knöcherner Kiemenbogen.

Fig. 73.

Tracheenästchen mit feineren Verzweigungen, nach Leydig. *Z* zellige Aussenwand, *Sp* cuticulare Intima mit Spiralfaden.

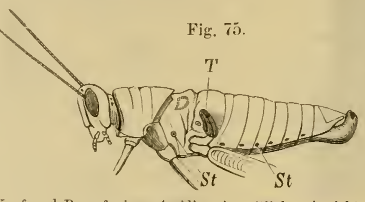
Körperoberfläche. Bei den Lungen ist die Respiration localisirt, hier dagegen auf alle Gewebe und Organe des Körpers ausgedehnt. Die äussere Athmung, das heisst Aufnahme von Sauerstoff in das Blut, fällt mit der inneren, der Athmung in den Geweben, zusammen, welche von feinen Tracheennetzen umsponnen werden. In diese Organe der Luftathmung führen naturgemäss Oeffnungen der Körperwand, und zwar die meist in grösserer Zahl und meist paarig symmetrisch an den Seiten des Leibes sich wiederholenden *Stigmen* (Fig. 74 und 75). Indessen können bei wasserlebenden Insecten die Tracheen der Einmündungsöffnungen entbehren und an bestimmten Stellen des Körpers ihren Sauerstoff durch kiemenähnliche, mit dichtem Tracheennetz erfüllte Anhänge aus dem Wasser aufnehmen. Man nennt solche Anhänge, wie sie am Körper der Phryganea-, Ephemera- und Libellenlarven *(Agrion)* auftreten, *Tracheenkiemen*. (Fig. 76 *a, b*.) In seltenen Fällen können dieselben an der Wand des Mastdarmes zur Entwicklung kommen und somit in einem geschützten Raume ihre Lage finden (Mastdarmathmung von *Aeschna, Libellula*). Die als *Fächertracheen* bekannten Lufträume der Spinnen und Scorpione sind flache, wie die Blätter eines Buches nebeneinander gelagerte, durch kurze Trabekeln verbundene Hohllamellen, welche vom Blute umspült werden und also wie die Lungen eine äussere localisirte Athmung vermitteln. (Fig. 77.) Während dieselben früher ihrer Entstehung nach auf nicht weiter verzweigte zu Hohlblättern umgestaltete Aeste eines Tracheenbüschels zurückgeführt wurden, ist es in neuerer Zeit durch die Beziehungen der Merostomen zu den Scorpionen wahrscheinlich geworden, dass die Höhlungen der Blätter den mit Luft erfüllten Zwischenräumen lamellöser, in Nischen des Körpers eingedrückter Kiemen *(Limulus)* entsprechen.

Fig. 74.



Tracheensystem einer Fliegenmade. *Tr* Längsstamm der rechten Seite mit den Tracheenbüscheln der Segmente, *St'* und *St''* vorderes und hinteres Stigma, *Mh* Mundhaken.

Fig. 75.



Kopf und Rumpf eines *Acridium* in seitlicher Ansicht. *St* Stigmen. *T* tympanales Organ.

Seinem Wesen nach ist der Athmungsvorgang an Kiemen- wie Lungenoberfläche derselbe. Wenn man bei Lungenschnecken *(Limnaeus)* wahrnimmt, dass die Respirationsfläche nach Füllung der Mantelhöhle mit Wasser (sowohl im jugendlichen Zustande, als unter besonderen Lebensbedingungen, wie Aufenthalt in der Tiefe des Wassers, auch dauernd) ähnlich wie die Fläche einer Kieme athmet, so wird man es nicht auffallend finden, dass

in gleicher Weise Kiemen und verästelte Hautwucherungen, welche unter

Fig. 76.

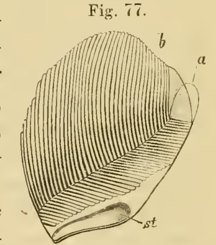
Larve einer Eintagsfliege mit sieben Doppelpaaren von Tracheenkiemen *Kt*, unter Lupenvergrösserung. *Kt* Eine Tracheenkieme isolirt, stark vergrössert (ohne Nebenblättchen).



Tracheensystem einer *Agrion*-Larve, nach L. Dufour. *Tst* Tracheenstämme zur Seite des Darmcanals, *Kt* Kiementracheen, *Na* die drei Punktaugen.

normalen Verhältnissen zur Athmung im Wasser dienen, falls sie in feuchtem Luftraum durch ununterbrochene Befeuchtung wie durch innere Blutfüllung vor Einschrumpfen und Trockniss geschützt bleiben, wie die Lungenoberfläche sich verhalten (Krabben, *Birgus latro,* Labyrinthfische) und ihren Trägern Aufenthalt und Athmung in der Luft ermöglichen.

Fig. 77.



Sog. Lunge einer Spinne. *q* Fächertracheen, *a* das zuletzt gebildete Blatt, nach Berkau.

Für den Austausch der Gase ist der rasche Wechsel des den Sauerstoff tragenden Mediums, welches die respiratorischen Flächen umgibt, von der grössten Bedeutung. Wir treffen daher sehr häufig besondere Einrichtungen an, durch welche sowohl die Entfernung der bereits

verwendeten, mit Kohlensäure gesättigten Theile bewirkt, als der Zufluss neuer sauerstoffhaltigen und von Kohlensäure freien Mengen des respiratorischen Mediums herbeigeführt wird. Im einfachsten Falle kann diese Erneuerung, wenn auch minder vollständig, durch die Bewegung des Körpers oder durch continuirliche Schwingungen der Kiemenanhänge herbeigeführt werden, durch Bewegungen, welche zugleich, falls die respiratorischen Flächen in der Umgebung des Mundes angebracht sind, als Organe der Nahrungszufuhr in Verwendung kommen. In dieser Weise dienen die Tentakeln verschiedener festsitzenden Thiere zur Athmung (Bryozoen, Brachiopoden, Tubicolen etc.). Sehr häufig erscheinen die Kiemen als Anhänge der Locomotionsorgane, z. B. der Schwimm- oder Gehfüsse (Krebse, Anneliden), deren Bewegungen den Wechsel des respiratorischen Mediums an der Kiemenoberfläche unterhalten. Complicirter gestalten sich die Bewegungen, wenn die Kiemen in besonderen Räumen eingeschlossen liegen (Fische, Decapoden), oder wenn die Athmungsorgane selbst, wie dies für die Tracheen und Lungen gilt, im Innern des Leibes liegen, die in mehr oder minder regelmässigem Wechsel ausgepumpt und mit frischer Luft erfüllt werden müssen. Hier wie dort sind es Bewegungen benachbarter Körpertheile oder rhythmische Verengerungen und Erweiterungen der Lufträume, sogenannte *Athembewegungen*, welche die Erneuerung des respiratorischen Mediums reguliren. Von diesen, zunächst vornehmlich bei den luftathmenden Thieren in die Augen fallenden Bewegungen ist die Bezeichnung *Athmung* oder *Respiration* auf den erst secundär von der Lufteinfuhr und Luftausfuhr abhängigen endosmotischen Process der Sauerstoffaufnahme und des Sauerstoffverbrauches übertragen worden und in diesem Sinne streng genommen um so weniger zutreffend, als es sich bei den Respirationsbewegungen der mit Kiemenräumen versehenen Thiere um Ein- und Ausströmung von Wasser handelt.

Bei den höheren Thieren mit rothem Blute ist der Unterschied der Blutbeschaffenheit vor und nach dem Durchtritt des Blutes durch die Athmungsorgane ein so auffallender, dass man schon an der Färbung das kohlensäurereiche Blut von dem sauerstoffreichen sofort zu erkennen vermag. Das erstere ist dunkelroth und wird schlechthin als venöses bezeichnet, das aus den Kiemen oder Lungen ausströmende Blut hingegen hat eine intensiv hellrothe Färbung und führt den Namen arterielles Blut. Während man im anatomischen Sinne die Bezeichnung *venös* und *arteriell* gebraucht, um die Natur der Blutgefässe zu bezeichnen, je nachdem sie das Blut zum Herzen hinführen oder dasselbe vom Herzen wegführen, wendet man die gleiche Bezeichnung in physiologischem Sinne an als Ausdruck für die beiderlei Blutsorten vor und nach dem Durchtritt durch das Respirationsorgan. Da dieses letztere aber entweder in die Bahnen der venösen oder arteriellen Gefässe eingeschoben ist, so muss es im ersteren Falle *venöse* (Mollusken und Vertebraten) Gefässe geben, welche *arterielles* Blut, im letzteren Falle (Vertebraten) *arterielle* Gefässe, welche *venöses* Blut führen.

Die Intensität der Athmung steht in geradem Verhältnisse zur Energie des Stoffwechsels. Thiere mit Kiemenathmung und spärlicher Sauerstoffaufnahme sind nicht im Stande, grosse Mengen von organischen Bestandtheilen zu verbrennen und können nur ein geringes Quantum von Spannkräften in lebendige Kraft umsetzen. Dieselben erzeugen daher nicht nur verhältnissmässig wenig Muskel- und Nervenarbeit, sondern produciren auch in nur geringem Masse die eigenthümlichen, als Wärme bekannten Molekularbewegungen. Thiere mit spärlicher Wärmebildung, deren Quelle nicht etwa, wie man früher irrthümlich glaubte, in den Respirationsorganen, sondern in den thätigen Geweben zu suchen ist, vermögen nicht, ihre selbsterzeugte Wärme den Temperatureinflüssen des umgebenden Mediums gegenüber selbstständig zu bewahren. Dasselbe gilt auch für luftathmende Thiere mit intensivem Stoffwechsel und reichlicher Wärmebildung, wenn sie in Folge ihrer sehr geringen Körpergrösse eine bedeutende wärmeausstrahlende Oberfläche darbieten (Insecten). Bei dem beständigen Wärmeaustausch zwischen thierischem Körper und umgebendem Medium muss bei solchen Thieren die Temperatur des äusseren Mediums massgebend sein für die Temperatur des thierischen Körpers und diese mit jener bald steigen, bald sinken. Daher erscheinen die meisten sogenannten niederen Thiere als *Wechselwarme*[1]) oder, wie man sie minder treffend bezeichnet hat, als *Kaltblüter*. Die höheren Thiere dagegen, welche bei hochentwickelten luftführenden Respirationsorganen und energischem Stoffwechsel eine bedeutende Menge von Wärme erzeugen und durch Körpergrösse wie durch Behaarung oder Befiederung der Haut vor rascher Ausstrahlung geschützt sind, vermögen sich einen Theil der erzeugten Wärme unabhängig vom Sinken und Steigen der Temperatur des umgebenden Mediums als *constante Eigenwärme* zu erhalten. Man bezeichnet daher diese Thiere als *Homöotherme* oder *Warmblüter*. Da für dieselben eine hohe, nur innerhalb geringer Grenzen variirende Eigenwärme zugleich nothwendige Bedingung des normalen Verlaufes der Lebensvorgänge, beziehungsweise der Erhaltung des Lebens erscheint, so muss der Organismus in sich selbst eine Reihe von Regulatoren besitzen, um bei höherer Temperatur des umgebenden Mediums die Production von Eigenwärme zu vermindern (Herabsetzung des Stoffwechsels), beziehungsweise durch vermehrte Wärmeausstrahlung (Verdunsten der Secrete von Schweissdrüsen, Abkühlung im Wasser) den Wärmezustand herabzusetzen, und umgekehrt bei verminderter Temperatur die Wärmeproduction zu erhöhen (Steigerung des Stoffwechsels durch reichere Nahrungsaufnahme, raschere Bewegung), eventuell zugleich durch Ausbildung eines besseren Wärmeschutzes den Wärmeverlust zu mindern. Wo die Bedingungen zur

[1]) Vergl. Bergmann, Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttinger Studien, 1847; ferner Bergmann und Leuckart, Anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreiches. Stuttgart 1852.

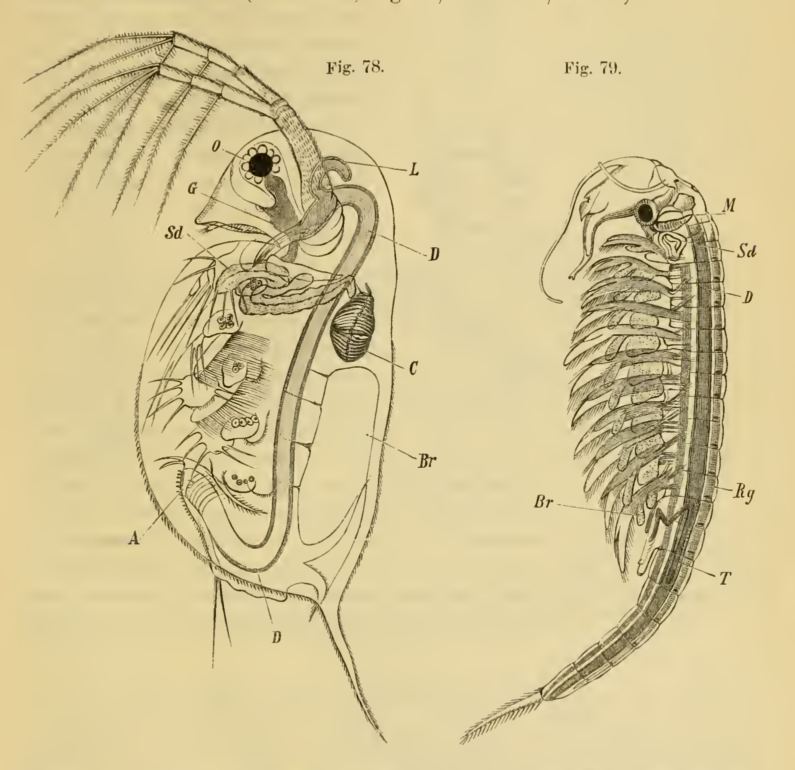
Wirksamkeit dieser Regulatoren genommen sind (Mangel an Nahrung, geringe Körpergrösse ohne Wärmeschutz), finden wir ein Correctiv zur Erhaltung des Lebens in der Erscheinung des Winterschlafes (Sommerschlafes), und da, wo der Organismus keine zeitweilige Herabsetzung des Stoffwechsels verträgt, in den Erscheinungen der Wanderung und des Zuges (Zugvögel, Strichvögel).

Organe des Kreislaufes.

Der durch die Verdauung gewonnene ernährende Saft dringt nach allen Theilen des Körpers vor. Sehen wir von den Protozoen ab, deren aus Protoplasma gebildeter Leib sich rücksichtlich der Vertheilung der Nahrungsstoffe ähnlich wie die Gewebseinheit, die Zelle, verhält, so wird unter den Thieren mit zellig gesonderten Geweben im einfachsten Falle das ganze Parenchym von dem ernährenden Safte durchtränkt (Coelenteraten, Platyhelminthen).

Mit der Ausbildung eines gesonderten Darmcanales und einer diesen umgebenden Höhlung zwischen Körperwand und Darm dringt die Chylusflüssigkeit durch die Wandungen desselben in diese ein und erfüllt als *Blut*, in welchem von seltenen Ausnahmen abgesehen Körperchen, als im Organismus erzeugte Zellen auftreten, die Leibeshöhle. In dieser, beziehungsweise in deren durch bindegewebige Septen begrenzten Lacunensystem bewegt sich das Blut anfangs noch unregelmässig mit den Bewegungen des gesammten Körpers, z. B. bei manchen *Würmern*, hauptsächlich unter dem Einflusse der Contractionen des Hautmuskelschlauches *(Ascaris)*, oder es dienen Schwingungen und Bewegungen anderer Organe, z. B. des Darmcanales, zugleich zur Circulation des Blutstromes *(Cyclops)*. Auf einer weiteren Stufe treten die ersten Anfänge von blutbewegenden Centren auf, indem Abschnitte der Blutbahn von einer besonderen Muskelwandung umkleidet werden und als pulsirende Herzen, Saug- und Druckpumpen vergleichbar, eine continuirliche bestimmt gerichtete Strömung des Blutes unterhalten. In solcher Weise erscheint das Herz der *Arthropoden* entstanden, welches als langgestreckte Röhre an der Dorsalseite des Darmes verläuft und durch seitliche, den Körpersegmenten entsprechende Ostienpaare das Blut aufnimmt, um dasselbe durch eine vordere Spaltöffnung, beziehungsweise kurze und enge, nicht contractile Verlängerung (Aorta) nach dem Gehirne und in die Blutbahnen der Leibeshöhle zu treiben. Das wegen dieser Lage und Gestalt als *„Rückengefäss“* bezeichnete Herz ist somit in metamerisch aufeinander folgende Abschnitte, Kammern getheilt, von denen jede durch eine rechte und linke Querspalte das zum Herzen strömende Blut aufnimmt. Jedes dieser *venösen* Ostien ist längs seiner beiden Spaltränder von einer lippenartig einspringenden Lamelle, Lippenklappe, umsäumt, welche während der Zusammenziehung der Kammer *(Systole)* durch Anlegen an die benachbarte Klappe den Verschluss des Ostiums herstellt

und während der Erweiterung der Kammerwand *(Diastole)* durch den Blutstrom geöffnet wird. Ursprünglich erstreckte sich wohl dieses gekammerte Rückengefäss durch den ganzen Körper *(Branchipus,* Fig. 79), erfuhr dann aber mannigfache Reductionen (Arthrostraken, Insecten, Arachnoideen) bis zum schliesslichen Verbleib einer einzigen, von einem venösen Spaltenpaare durchsetzten Kammer (Cladoceren, Fig. 78, Calaniden, Milben).

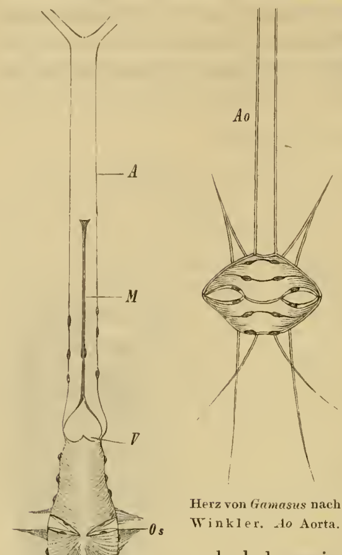


Daphnia mit einfachem Herzen *C*. Man sieht die Spaltöffnung der einen Seite. *D* Darmcanal, *L* Leberhörnchen, *A* After, *G* Gehirn, *O* Auge, *Sd* Schalendrüse, *Br* Brutraum unter der Schalenduplicatur des Rückens.

Männchen von *Branchipus stagnalis* mit vielkammerigen Herzen oder Rückengefässe *Rg*, dessen Spaltöffnungen sich in jedem Segmente wiederholen. *D* Darm, *M* Mandibel, *Sd* Schalendrüse, *Br* Kiemenanhang der Beine, *T* Hoden.

Vom Herzen als dem Centralorgane des Blutkreislaufes entwickeln sich bestimmt umgrenzte Canäle zu *Blutgefässen,* welche bei den Wirbellosen in das Lacunensystem der Leibeshöhle führen. Im einfachsten Falle sind lediglich die Gefässbahnen des aus dem Herzen strömenden Blutes mit selbstständiger Wand versehen und als Gefässe entwickelt (Calaniden.

Calanella, Fig. 80, *Gamasus,* Fig. 81). Auf einer höheren Stufe erscheinen nicht nur diese abführenden Blutgefässe complicirter gestaltet, sondern es erhalten auch im Verlaufe des Lacunensystems gewisse Blutbahnen ihre membranöse Begrenzung, besonders in der Nähe des Herzens, und werden zu venösen Gefässen, die das Blut in einen umfangreichen, das Herz umgebenden Blutraum der Leibeshöhle, den Pericardialsinus, zurückleiten, aus welchem dasselbe durch die venösen Ostien in das Herz gelangt. (Decapoden, Fig. 82, Scorpioniden.)

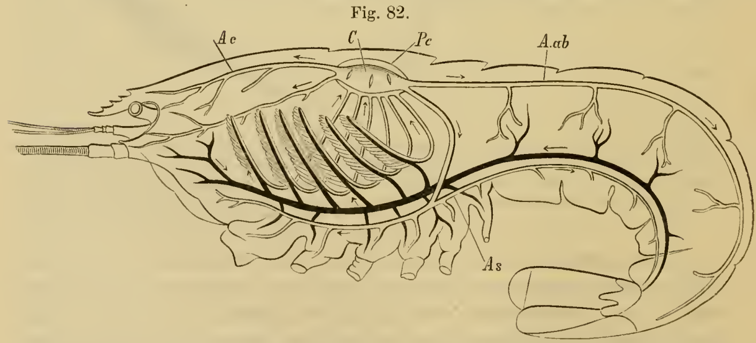


Herz eines Copepoden *(Calanella)* mit einer aufsteigenden Arterie *A*. *Os* Ostien, *V* Klappen am arteriellen Ostium, *M* Muskel.

Herz von *Gamasus* nach Winkler. *Ao* Aorta.

Obwohl das Rückengefäss der Arthropoden den einfachsten Gestaltungsverhältnissen von Herz und Gefässsystem entspricht, erscheint dasselbe gleichwohl nicht als Ausgang für die Entwicklung der Kreislaufsorgane der bilateralen Metazoen. Vielmehr haben wir diesen in dem vom Mesoderm erzeugten Gefässapparat der Anneliden zu suchen, der sich freilich so verschieden verhalten kann, dass es schwer fällt, die ursprüngliche Grundform festzustellen. Wahrscheinlich ist dieselbe auf ein dorsales Mediangefäss zurückzuführen, welches an der Darmwandung zwischen Entoderm und Muskelbekleidung entstanden ist. Dasselbe

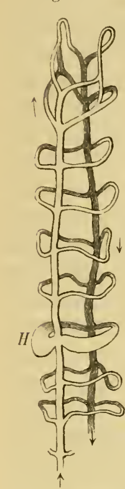
Fig. 82.



Herz und Blutgefässe nebst Kiemen des Flusskrebses. *C* Herz mit drei Ostienpaaren, in einem beutelartigen Blutsinus *Pc* gelegen. *Ac* Aorta cephalica. *A.ab* Aorta abdominalis, *As* Arteria sternalis. (Die Leberarterie ist nicht dargestellt.)

verläuft oberhalb (Fig. 83) des Darmes durch die Länge des Körpers und ist durch seitliche Gefässschlingen mit einem ventral verlaufenden Bauchgefäss verbunden. Ein contractiler Abschnitt im Verlaufe des Rückengefässes, beziehungsweise pulsirende Seitenschlingen (Herzen) unterhalten die Blutbewegung dort in der Richtung von hinten nach vorne, und in umgekehrter Richtung im Bauchgefässe.

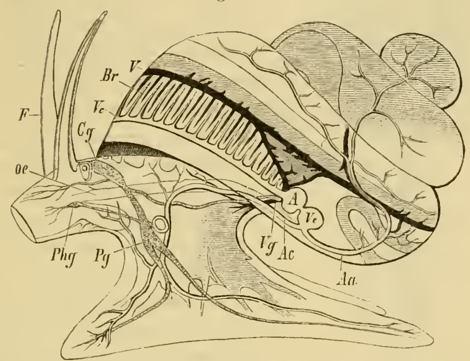
Fig 83.



Vorderer Abschnitt des Blutgefässsystems eines Oligochaeten *(Saenuris)*, nach Gegenbaur. Im Dorsalgefäss bewegt sich das Blut in der Richtung nach vorne, im Ventralgefässe nach hinten (siehe die Pfeile). *H* herzartig erweiterte Querschlinge.

Bei den Mollusken und Vertebraten strömt das Blut von dem zurückführenden Gefäss aus direct in das Herz ein, mit dessen Wandung die Gefässwand in unmittelbarer Verbindung steht; dann unterscheidet man ausser der Herzkammer (Ventrikel) einen Vorhof (Atrium) als den die Aufnahme des Blutes vermittelnden Abschnitt des Herzens. (Fig. 84.) Die

Fig. 84.



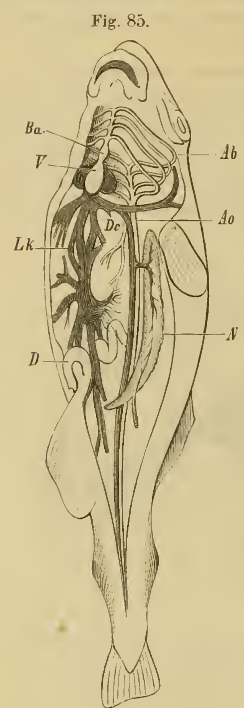
Nervensystem und Kreislauforgane von *Paludina vivipara*, nach Leydig. *F* Fühler, *Oe* Oesophagus, *Cg* Cerebralganglion mit dem Auge, *Pg* Pedalganglion mit anliegender Gehörblase, *Vg* Visceralganglion, *Phg* Pharyngealganglion, *A* Atrium des Herzens, *Ve* Ventrikel, *Aa* Aorta abdominalis, *Ac* Aorta cephalica, *V* Venen, *Vc* Kiemenvene, *Br* Kieme.

von der Herzkammer ausgehenden, das Blut vom Herzen wegführenden Gefässe nennt man *Arterien*, die zurückführenden, bei den Wirbelthieren durch schlaffere Wand charakterisirten Gefässe *Venen*. Zwischen die Enden der Arterien und Anfänge der Venen erscheint entweder die Leibeshöhle als ein Blutsinus, beziehungsweise als ein System von Blutlacunen eingeschoben, oder Arterien und Venen sind durch ein Netz zarter Canälchen, der Haargefässe oder Capillaren, verbunden. Ist die letztere Verbindung an allen Abschnitten des Gefässsystems durchgeführt und somit, wie bei den Vertebraten, die Leibeshöhle als Blutsinus ausgeschlossen, so bezeichnet man das Gefässsystem als vollkommen geschlossen, wenngleich dieser Begriff durch die Verbindung mit dem Lymphgefässsysteme und die Anfänge

der Lymphgefässe als Spalten im Bindegewebe und in den von Endothel bekleideten Räumen der Leibeshöhle eine Einschränkung erfährt.

Auch bei den Vertebraten erscheint das blutführende Gefässsystem in beträchtlicher Ausdehnung, bevor sich an demselben ein pulsirender Abschnitt als Herz entwickelt. Aehnlich wie bei den Anneliden verläuft bei *Amphioxus* am Kiemendarme ein dorsaler und ventraler Gefässstamm, welche durch zahlreiche Querschlingen verbunden sind. Auch hier pulsiren Abschnitte dieses Gefässapparates, während noch ein scharf abgesetztes muskulöses Herz fehlt. Diese Anordnung der Gefässstämme, welche dem zur Respiration in Beziehung stehenden Kiemendarm angehören, gestattet einen directen Vergleich mit dem Gefässapparat der Gliederwürmer und entspricht zugleich in einfachster Form dem Typus der Wirbelthiere. Der ventral verlaufende Längsstamm entsendet zahlreiche an der Kiemenwand aufsteigende, an ihrer Ursprungsstelle contractile Gefässbögen, von denen sich das vorderste Paar hinter dem Munde unterhalb der Chorda zur Wurzel der auch die nachfolgenden Gefässbögen aufnehmenden Körperarterie *(Aorta descendens)* vereinigt. Diese entsendet an die Muskulatur der Leibeswand und an die Eingeweide Aeste ab, aus denen das venöse Blut in subintestinale Gefässe übergeht, welche sich am Leber-Blindsacke des Darmes in ein Capillarnetz auflösen und durch eine Vene, Lebervene, das Blut in den ventralen Gefässstamm zurückführen. Die Einfachheit der rückführenden venösen Gefässe entspricht dem Mangel eines Dottersackes und Dottersackkreislaufes. Aus dem Ursprungsabschnitt des ventralen Gefässstammes entwickelt sich bei allen übrigen Vertebraten der anfangs S-förmig gekrümmte Herzschlauch unterhalb des hinteren Abschnittes des Pharyngealdarmes. Derselbe gewinnt später eine konische Gestalt und gliedert sich in Vorhof und Herzkammer. Der erstere nimmt das aus dem Körper zurückkehrende Blut auf und führt dasselbe in den kräftigeren Ventrikel, aus welchem ein aufsteigender, an seiner Wurzel bulbös aufgetriebener Gefässstamm, die *Aorta ascendens,* entspringt und mittelst seitlicher Gefässbögen, Aortenbögen, in die unter der Wirbelsäule im Körper herabsteigende *Aorta descendens* führt. Taschenklappen an den

Fig. 85.



Kreislauforgane eines Knochenfisches, schematisch dargestellt. *V* Ventrikel, *Ba* Aortenbulbus mit den Arterienbögen, welche das Blut in die Kiemen führen, *Ao* Aorta descendens, zu welcher die aus den Kiemen austretenden Epibranchialarterien *Ab* zusammentreten, *Dc* Ductus Cuvieri, *N* Niere, *D* Darm, *Lk* Pfordaderkreislauf der Leber.

Ostien des Ventrikels reguliren die Richtung des Blutstromes, indem sie während der Diastole das Zurückströmen des Blutes aus der Arterie in den Ventrikel und während der Systole aus diesem in das Atrium verhindern.

Durch die Einschiebung der Respirationsorgane in das System der Aortenbögen gestaltet sich dieses und zugleich der Herzbau in verschiedenem Masse complicirter. Bei den Fischen (Fig. 85) schalten sich meist vier oder fünf Kiemenpaare in den Verlauf der Aortenbögen ein, welche sich in das respiratorische Capillarnetz der Kiemenblättchen auflösen. Aus diesem sammelt sich das arteriell gewordene Blut in entsprechenden abführenden Gefässbögen, den sog. *Epibranchialarterien*, die zur Aorta descendens zusammentreten. Das Herz bleibt in diesem Falle ein einfaches und führt venöses Blut, verhält sich aber bei den Teleostiern einerseits und den Plagiostomen und Ganoiden andererseits insofern verschieden, als im ersteren Falle die Aorta mit einfachem Bulbus entspringt, während bei diesen ein pulsirender Herzabschnitt als *Conus arteriosus* mit Klappenreihen im Innern hervortritt.

Sobald Lungen als Respirationsorgane hinzukommen (Dipnoer, Perennibranchiaten, Larven von Amphibien) (Fig. 86), gewinnt das Herz eine complicirtere Gestaltung durch die Scheidung des Vorhofes in eine rechte und linke Abtheilung, von denen die letztere das in den Lungen arteriell gewordene, durch die *Pulmonalvenen* zurückkehrende Blut aufnimmt. Man unterscheidet dann einen rechten und linken Vorhof, deren Scheidewand in Folge vorhandener Lücken, mit Ausnahme der Batrachier, noch eine unvollständige bleibt. Aus dem Aortenstamm gehen vier Gefässbögen hervor, von denen die drei vorderen zu den Kiemen führen, der untere die zuführenden Lungengefässe *Pulmonalarterien)* als Abzweigungen abgibt und die Beziehung zur Kiemenrespiration verliert.

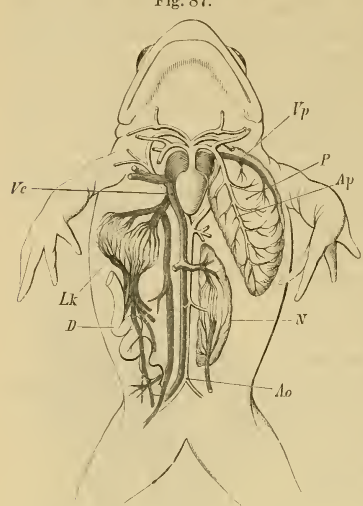
Fig. 86.

Kiemen *Br* und Lungensäcke *P* eines Perennibranchiaten. *Ap* Lungenarterie, aus dem untersten der vier Gefässbögen hervorgehend. Die übrigen Gefässbögen führen zu den drei Kiemenpaaren. *A* Aorta, *D* Darmtractus.

Mit dem Ausfall der Kiemen, welcher während der Metamorphose bei Salamandrinen und Batrachiern erfolgt, gewinnen die Lungenarterien eine viel bedeutendere Stärke und werden zu Fortsetzungen des unteren Gefässbogens, während die zur Aorta descendens führenden Endstücke desselben sich zu untergeordneten Nebengängen *(Ductus Botalli)* rückbilden oder obliteriren und ganz ausfallen. Gleichzeitig kommt es durch Faltenbildung im Lumen der aufsteigenden Aorta zu einer Scheidung des unteren, zu den Lungen führenden Gefässbogens, welcher durch den Ventrikel venöses

Blut des rechten Vorhofes empfängt, und des oberen Systems der Gefässbögen, welche als Kopfgefässe und Aortenbögen das arterielle Blut des linken Vorhofes, freilich mit venösem Blut im Ventrikel gemischt, führen. (Fig. 87.)

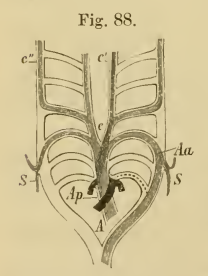
Fig. 87.



Kreislauforgane des Frosches. *P* Lunge der linken Seite, der Lungensack der rechten Seite ist entfernt, *Ap* Arteria pulmonalis, *Vp* Vena pulmonalis, *Vc* Vena cava, *Ao* Aorta descendens, *N* Niere mit Pfordaderkreislauf, *D* Darm. *Lk* Pfortaderkreislauf der Leber.

Auch bei den Amnioten, die niemals mehr Kiemenathmung haben, bleiben im Embryo die Anlagen von Arterienbögen, und zwar sechs Paaren, von denen aber nur drei Paare zur Bildung grösserer Gefässstämme verwerthet werden (Fig. 88). Bei den Reptilien wird die Sonderung beider Blutsorten dadurch vollständiger, dass sich im Ventrikel eine, wenn auch unvollständige Scheidewand entwickelt, welche die Trennung in einen rechten und linken Kammerabschnitt vorbereitet. Gleichzeitig führen Faltenbildungen im Lumen des aus dem ersteren entspringenden Aortentruncus zur Sonderung desselben in drei Abtheilungen, von denen eine mit dem linken Ventrikelraum communicirt und zum Stamme des rechten Arcus Aortae nebst den Kopfgefässen *(Carotiden)* wird, während der in den linken Bogen führende Arterienstamm ebenso wie der Gefässstamm der Lungenarterien nur venöses Blut vom rechten Kammerraum empfängt (Fig. 89). Vollkommen wird das Ventrikelseptum und hiermit zugleich die Scheidung von rechtem und linkem Ventrikel erst bei den Crocodilen (Fig. 90). Aber auch hier ist die Sonderung beider Blutsorten noch nicht vollständig durchgeführt, da einmal am Septum des rechten und linken Aortenstammes eine Durchbrechung der Wand *(Foramen Panizzae)* die Communication ermöglicht, und sodann noch eine Verbindung zwischen dem linken venöses Blut führenden und dem rechten in die Aorta descendens übergehenden Aortenbogen besteht.

Fig. 88.



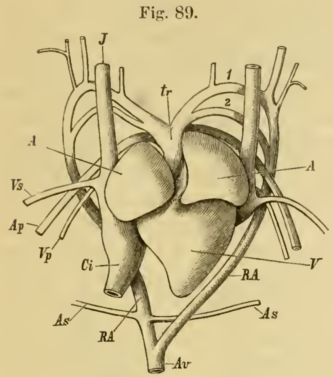
Schema der Gefässstämme des Säugethieres mit Rücksicht auf die sechs embryonalen Gefässbögen. *c* Carotiden, *A* Aorta, *Aa* Arcus aortae, *Ap* Arteria pulmonalis, *S* Subclaviae.

Erst bei den Vögeln und Säugethieren, deren Herz wie bei den Crocodilen in einen rechten und linken Abschnitt geschieden ist, erscheint die Trennung beider Blutsorten vollkommen durchgeführt

(Fig. 91). Bei den Vögeln persistirt der rechte Aortenbogen, während der linke rückgebildet wird, bei den Säugethieren (Fig. 88) ist es umgekehrt der linke, welcher zurückbleibt und zur Aorta descendens wird.

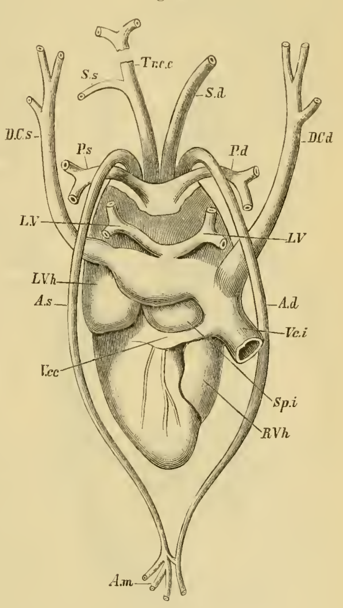
Das zum Herzen zurückführende *Venensystem* ist seiner Anlage nach paarig und besteht in der embryonalen Anlage — wie auch zeitlebens bei den Fischen — aus zwei vorderen und zwei hinteren Längsstämmen, welche

Fig. 89.



Herz einer *Lacerta muralis*, nach Wiedersheim. *V* Herzventrikel, *AA* Herzatrium, *tr* Arterientruncus, *Ap*, *Vp* Arteria und Vena pulmonalis, *RA* Radix aortae, *Ao* Aorta, *As*, *As'* Arteriae subclaviae, *Ci* Cava inferior, *J* Venae jugulares, *Vs* Venae subclaviae.

Fig. 90.



Herz von *Crocodilus niloticus* von hinten gesehen, nach C. Röse. *Tr.c.c* Truncus caroticus communis, *S.s* Arteria subclavia sinistra, *S.d* Arteria subclavia dextra, *A.s*, *A.d* Linker und rechter Aortenbogen, *D.C.s*, *D.C.d* Linker und rechter Ductus Cuvieri. *LVh* Linker Vorhof, *RVh* Rechter Vorhof, *P.s*, *P.d* Linke und rechte Lungenarterie, *LV* Lungenvenen, *Sp.i* Spatium intersepto valvulae.

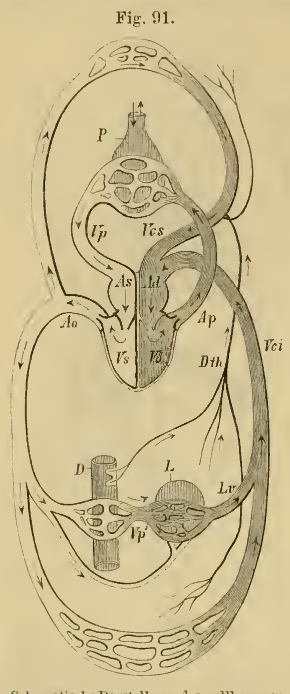
jederseits durch einen Querstamm *(Ductus Cuvieri)* mittelst gemeinsamen Sinus in den Vorhof münden (Fig. 92 *a*). Die beiden vorderen Gefässe *(J)* werden zu den *Jugularvenen* und führen das Blut vom Kopfe zurück, während sich in den beiden hinteren *(C) Cardinalvenen* das Blut aus der Rumpfwand und einem Theile der Eingeweide sammelt. Dieselben nehmen auch das aus der Caudalvene in das Pfortadersystem der Niere übergeführte Blut mittelst der Venae renales revehentes auf (Fig. 85).

Dazu kommt noch das mediane System der Lebervenen, welches das Blut aus der sehr frühzeitig (vor Entstehung der Cardinalvenen, *Amphioxus*) auftretenden Subintestinalvene in Verbindung mit den Dottersackgefässen und den aus denselben hervorgehenden Pfortadergefässen der Leber aufnimmt.

Bei den Amphibien und Amnioten wird das System der hinteren Cardinalvenen in verschiedenem Grade zu schwachen Venen rückgebildet, welche

in die Jugularvenen der entsprechenden Seite einmünden. Die Fortsetzungen beider Jugularvenen nebst den Ductus Cuvieri werden nach Aufnahme der von den Vordergliedmassen kommenden Schlüsselbeinvenen *(Subclaviae)* als obere Hohlvenen unterschieden. Auch bei den Säugethieren erfolgt die Reduction der hinteren Cardinalvenen unter ähnlichen Vorgängen zu Gunsten des Systems der unteren Hohlvene. Die hinteren Cardinalvenen erscheinen nur als Zweige der aus den Jugularvenen und Cuvier'schen Gängen hervorgegangenen oberen Hohlvenen (Fig. 92 *b, c*). Bei den meisten Placentalien wird nun aber auch das Blut der linken oberen Hohlvene durch eine Queranastomose in die rechte übergeführt, welche allein als obere Hohlvene persistirt, während die linke eine sehr bedeutende Reduction erfährt und im Extrem, wenn nämlich auch das Blut der linken Cardinalvene *(V. hemiazygos)* durch einen Quergang in die rechte *(V. azygos)* geleitet wird (Fig. 92 *d*), zum Sinus der Kranzvene des Herzens rückgebildet erscheint (Primaten).

Fig. 91.

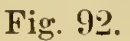


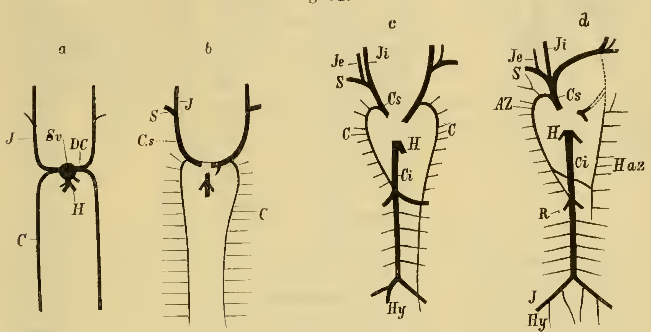
Schematische Darstellung des vollkommen getrennten rechten und linken Herzens und doppelten Kreislaufes, nach Huxley. *Ad* Atrium dextrum mit der oberen und unteren Hohlvene, *Vcs, Vci; D th* Ductus thoracicus als Hauptstamm der Lymph- und Chylusgefässe, *Vd* Ventriculus dexter, *Ap* Arteria pulmonalis, *P* Lunge, *Vp* Vena pulmonalis, *As* Atrium sinistrum, *Vs* Ventriculus sinister, *Ao* Aorta, *D* Darm, *L* Leber, *Vp'* Pfortader, *Lv* Lebervene.

Bei den Amnioten und schon bei den Amphibien erfährt das mediale, vornehmlich aus dem Pfortaderkreislauf der Leber zurückführende Venensystem eine mächtige Entwicklung. Hierauf beruht der Hauptunterschied des Venensystems der Amphibien und höheren Vertebraten im Vergleiche zu den Fischen. An Stelle der bei diesen in den gemeinsamen Venensinus des Vorhofes einmündenden Lebervenen tritt eine untere Hohlvene, welche als Fortsetzung der rückführenden Nierenvenen (Venae renales revehentes) das Blut der Lebervenen aufnimmt und in den Venensinus des Herzens einführt. Dieselbe entsteht in ihrem vorderen Abschnitte selbstständig, während ihre hintere Partie aus der Verschmelzung des Urnierenabschnittes beider Cardinalvenen hervorgeht. Bei den Säugethieren ist es nur der Urnierenabschnitt der rechten Cardinalvene, welcher zur hinteren Partie der unteren Hohlvene wird (Fig. 92 *c, d*).

Schon bei den Fischen besteht ein Nierenpfortadersystem, welches auch bei den Amphibien und Reptilien (die Schildkröten ausgenommen)

wiederkehrt und das Blut aus der hinteren Körperregion (Extremitäten. Schwanz) jederseits durch Venae advehentes zugeführt erhält (Fig. 85). Auch durch das Auftreten der Allantoidalvenen (Umbilicalvenen), in welche zugleich Venen der Bauchwand einmünden, sowie durch die Ausbildung einer von der Harnblase und den hinteren Extremitäten Blut beziehenden Abdominalvene *(V. epigastrica)* gewinnt das System der unteren Hohlvene eine complicirtere Gestaltung. Bei den Säugethieren, deren Nieren (wie auch die der Vögel) keinen Pfortaderkreislauf mehr besitzen, vereinigt sich die untere Hohlvene mit dem Stamme der Umbilicalvenen, von denen die rechtsseitige frühzeitig schwindet. In das hintere Ende der Hohlvene münden nach Rückbildung der Cardinalvenen die Venen des Schwanzes der hinteren Extremität und des Beckens, weiter aufwärts Intercostalvenen der Lendengegend und die Venae renales ein.


Fig. 92.



a Schema des primitiven Venensystems. *J* Jugularvene, *C* Cardinalvene, *DC* Ductus Cuvieri, *H* Lebervenen, *Sv* Sinus venosus. — *b* Schema der primitiven paarigen Venen bei Säugethieren. *C.s* Obere Hohlvene, *S* Schlüsselbeinvene. — *c* Schema der paarigen Venen bei Säugethieren auf einer weiteren Entwicklungsstufe. *d* Schema der Hauptstämme des Venensystems des Menschen. Die linke Jugularvene ist durch einen Querstamm in die rechte übergeführt. *Ji* Innere Jugularvene, *Je* äussere Jugularvene, *Ci* untere Hohlvene, *H* Lebervene, *Az* Vena azygos, *Haz* Vena hemiazygos, *R* Nierenvene, *J* Vena iliaca, *Hy* Vena hypogastrica. (Nach Gegenbaur.)

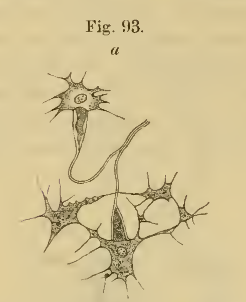
Bei den Wirbelthieren ist das Blut von dem Chylus nach Färbung und Zusammensetzung wesentlich verschieden, und es ist noch ein besonderes System von *Chylus-* und *Lymphgefässen* vorhanden, welche als wandungslose Lücken zwischen den Geweben beginnen und das Blut durch Aufsaugung sowohl der vom Darm aus bezogenen Nahrungsflüssigkeit *(Chylus)*, als der durch die Capillaren in die Gewebe hindurchgetretenen Säfte *(Lymphe)* ergänzen. Aber auch die von Endothel bekleideten Binnenräume des Leibes, wie die Bauch- und Brusthöhle, sind als in das Lymphgefässsystem eingeschaltete Cavitäten zu betrachten, daher erscheint das Blutgefässsystem auch bei den Vertebraten streng genommen nicht vollkommen geschlossen. Eigenthümliche, in die Lymph- und Chylusbahnen eingeschobene drüsenartige Organe, in welchen die helle Lymphe ihre ge-

formten Elemente (Chyluskörperchen = farblose Blutkörperchen) empfängt, sind unter dem Namen Lymphdrüsen bekannt (Milz, Blutgefässdrüsen).

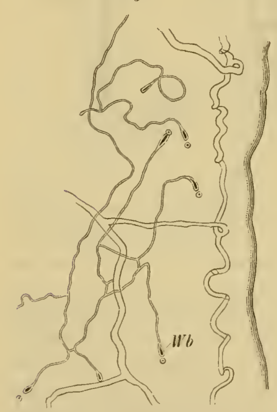
Excretionsorgane.

Unter den mannigfachen Stoffen, welche mit Hilfe der Epithelialauskleidung der Drüsenwandungen aus dem Blute entfernt, zuweilen auch noch zu verschiedenen Nebenleistungen verwendet werden, erscheinen die stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte des Körpers besonders wichtig. Die Organe, welche diese Endproducte des Stoffwechsels ausscheiden, sind die *Harnorgane* oder *Nieren*. Bei den Protozoen durch die pulsirende Vacuole vorbereitet, durch deren Mündung feine Excretkörnchen ausgeworfen werden können, erscheinen dieselben bei den Coelenteraten durch Gruppen von Entodermzellen vertreten, in welchen sich Concremente ablagern und später frei werden. Diese Zellengruppen können in papillenförmigen, durch einen Porus geöffneten Erhebungen gehäuft liegen (Ringgefäss von *Aequorea*). Bei den Echinodermen werden Anhänge am Afterdarm (Interradialschläuche der Asteroideen) als Harnorgane gedeutet.

Fig. 93.

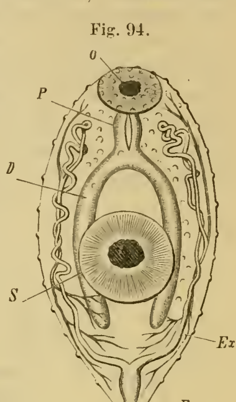


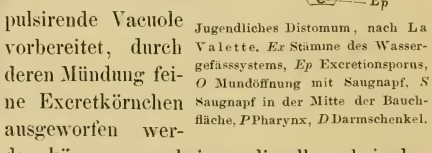
Wimperkölbchen mit der flackernden Geissel von *Phyllobothrium*, stark vergrössert.



Ein Stück des Wassergefässsystems von *Caryophyllaeus mutabilis*. *Wb* Wimperkölbchen mit dem Kern der zugehörigen Zelle, *Kr* Körperrand. (Nach Th. Pintner.)

Fig. 94.



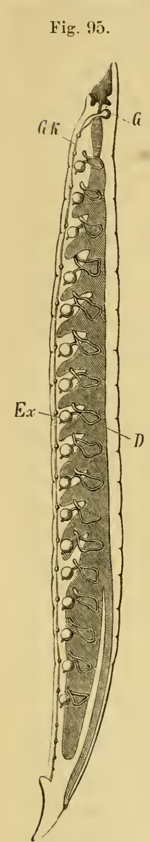


Jugendliches Distomum, nach La Valette. *Ex* Stämme des Wassergefässsystems, *Ep* Excretionsporus, *O* Mundöffnung mit Saugnapf, *S* Saugnapf in der Mitte der Bauchfläche, *P* Pharynx, *D* Darmschenkel.

Mit grösserem Rechte betrachtet man als solche bei den Platyhelminten die sogenannten *Wassergefässe*. Dieselben bilden ein System verzweigter Canäle, welche mit zarten, innen bewimperten capillarähnlichen Röhrchen in dem parenchymatösen Gewebe ihren Anfang nehmen. Das blinde Ende jedes wasserhellen Canälchens beginnt kolbig verbreitert und ist durch eine Zelle geschlossen, welche ein in das Lumen jenes gewendetes Büschel

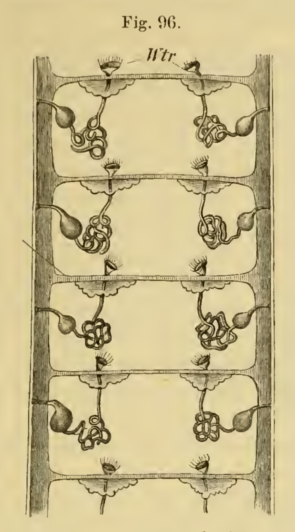
feiner, in flackernder Schwingung begriffener Cilien trägt (Fig. 93 *a*, *b*). Die zwei seitlichen Hauptstämme, die sich häufig mit gemeinsamen, blasenförmig erweitertem Endstück (contractile Blase) am hinteren Körperpole öffnen, stellen den ausführenden Apparat dar (Fig. 94).

Fig. 95.



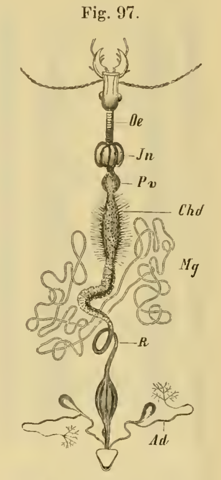
Längsschnitt durch den Blutegel, nach Rud. Leuckart. *D* Darmcanal, *G* Gehirn, *Gk* Ganglienkette, *Ex* Excretionscanäle (Segmentalorgane).

Fig. 96.



Schematische Darstellung der Segmentalorgane eines Gliederwurmes, nach C. Semper. *Ds* Dissepimente der Segmente, *Wtr* Wimpertrichter, der in den knäuelförmig gewundenen Canal führt.

Fig. 97.



Darmcanal nebst Anhangsdrüsen eines Raubkäfers *(Carabus)* nach Léon Dufour. *Oe* Oesophagus, *Jn* Kropf, *Pv* Vormagen, *Chd* Chylusdarm, *Mg* Malpighi'sche Organe, *R* Rectum, *Ad* Analdrüsen mit Blase.

Bei den Anneliden wiederholen sich die paarigen Excretionscanäle in den Segmenten und werden hier als schleifenförmige Canäle oder *Segmentalorgane* bezeichnet (Fig. 95 und 96). Dieselben beginnen mit einem relativ grossen Wimpertrichter frei in der Leibeshöhle (Cölom) und bilden einen gewundenen Canal (Schleifencanal) mit oft drüsigen Wandungen, um mit einem kurzen, zuweilen blasig erweiterten Endabschnitt an der Seite des Segmentes auszumünden. Die Excretionsproducte, welche sie ausführen, werden nicht immer ausschliesslich in der drüsigen Wand des Schleifencanals erzeugt, sondern auch in Drüsenzellen der Leibeshöhle und von dieser aus durch den Wimpertrichter aufgenommen und entleert. In einzelnen Segmenten können dieselben auch die Ausführung der Geschlechtsproducte aus dem Leibesraum übernehmen und dann mehr oder minder umgestaltet sein.

Auch die Harnorgane der Mollusken sind auf Segmentalorgane zurückzuführen, sowohl die paarigen Bojanus'schen Organe der Muschelthiere und Harnsäcke der Cephalopoden als die unpaaren Nierensäcke der Schnecken, welche wie jene mittelst innerer Oeffnung mit dem pericardialen Theil der Leibeshöhle communiciren.

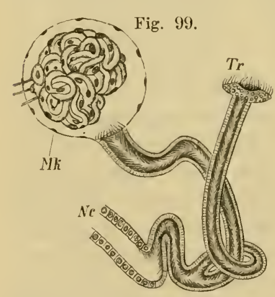
Fig. 98.

Schematische Darstellung der Segmentalorgane eines Haifischembryos, nach C. Semper. *Wtr* Wimpertrichter, *Ug* Urnierengang.

Im Kreise der Arthropoden erhalten sich die Segmentalorgane am vollständigsten bei den Onychophoren *(Peripatus)*, wo sie sich in allen beintragenden Segmenten wiederholen, jedoch mit geschlossenem Endsäckchen anstatt mit offenem Trichter beginnen. In gleicher Weise sind von Segmentalorganen die *Antennendrüse* und *Schalendrüse* der Crustaceen abzuleiten, welche ebenfalls mit geschlossenen Endsäckchen im Leibesraum beginnen und einen langen gewundenen, mittelst Porus ausmündenden Canal bilden. Bei den *luftathmenden* Arthropoden sind die Harnorgane Anhangscanäle des Enddarmes, welche als *Malpighi'sche Gefässe* bekannt, meist in mehrfacher Zahl auftreten (Fig. 97).

Im Kreise der Vertebraten gelangen die Harnorgane zu grösserer Selbstständigkeit und münden in besonderen Oeffnungen, in der Regel mit dem Geschlechtsapparat vereinigt, nach aussen. Doch auch hier werden diese Organe durch schleifenförmig gewundene, mit trichterförmigen Oeffnungen im Leibesraum beginnende Canäle vorbereitet (Fig. 98). Diese Uranlagen (Vornieren) der Vertebratenniere münden jedoch nicht wie die Segmentalorgane der Anneliden jede für sich in einem seitlichen Porus aus, sondern treten in jeder Körperhälfte in einen gemeinsamen, zum Enddarm führenden Canal, den Urnierengang, ein und zeigen ferner die wichtige, für die Wirbelthiere charakteristische Besonderheit, dass sie in ihrem Verlaufe „Malpighi'sche Körperchen" bilden, das heisst zu einer kapselähnlichen Erweiterung anschwellen, in deren Lumen sich ein arterielles Gefässknäuel (Glomerulus) einsenkt (Fig. 99).

Fig. 99.



Wimpertrichter mit Harncanälchen und Malpighi'schem Körperchen aus dem oberen Nierenabschnitt von *Proteus*, nach Spengel. *Nc* Harncanälchen, *Tr* Trichteröffnung. *Mk* Malpighi'sches Körperchen.

Die Nieren der Vertebraten, welche ebenso wie die Geschlechtsorgane aus dem Mesoderm an der dorsalen Leibeswand entstehen, durchlaufen mehrfache, bei Fischen, Amphibien und Amnioten abweichende Entwicklungsphasen bis zum Auftreten der bleibenden Nieren, deren Ausführungsgang

oder Ureter mit den Leitungswegen der Geschlechtsdrüsen in Verbindung tritt. Für die Secretionsthätigkeit der Drüse ist die Thatsache von hoher Bedeutung, dass, während in den Malpighi'schen Körperchen mittelst des arteriellen Gefässknäuels Wasser mit leicht löslichen Salzen filtrirt wird, die gewundenen Tubuli der Harncanälchen Harnstoff und Harnsalze ausscheiden. Diesem Gegensatze geht ein bemerkenswerthes Verhalten beider Nierentheile zu zwei Farbstoffen, dem carminsauren Ammon und dem indigschwefelsauren Natron (Indigcarmin) parallel, indem jenes von den Malpighi'schen Körperchen, dieses von den Harncanälchen ausgeschieden wird. Auch in den als Nieren betrachteten Excretionsorganen der Wirbellosen zeigen beide Substanzen analoge Beziehungen. Das Endsäckchen der Antennen- und Schalendrüsen der Crustaceen verhält sich durch Ausscheidung von Carmin wie die Malpighi'schen Körperchen, der Schleifencanal durch Absonderung von Indigcarmin wie die Tubuli contorti. Bei den Insecten scheiden die Zellen der Malpighi'schen Gefässe Indigcarmin aus, während Carmin in pericardialen Zellengruppen aus dem Blute extrahirt wird. Bei den Mollusken scheiden die Harnsäcke der Cephalopoden in den Zellen der Venenanhänge, ebenso die Muschelthiere in denen der Bojanus'schen Organe und die Gastropoden in denen der Nierenschläuche zugleich mit Harnconcrementen Indigcarmin ab. Die Anhänge an den Herzvorhöfen, die Pericardialdrüsen, sind es hier, welche das carminsaure Ammonium aus dem Blute aufnehmen.[1])

Besondere Ausscheidungen, die häufig noch wichtige Leistungen für den Haushalt des Thieres besorgen und vornehmlich als Waffen zum Schutze, sowie zur Vertheidigung dienen, werden sehr häufig durch die äussere Körperfläche vermittelt. Aehnliche Nebenfunctionen kommen auch Excretionen zu, welche von Anhangsdrüsen am Anfangs- oder Endtheil des Darmes abgesondert werden (Speicheldrüsen, Giftdrüsen, Sericterien, Analdrüsen) (Fig. 90).

In die Kategorie der Hautdrüsen gehören in erster Linie die Schweiss- oder Talgdrüsen der Säugethiere, von denen jene in Folge der leichteren Verdunstung des flüssigen Secretes auch für die Abkühlung des Körpers von Bedeutung sind, diese das Integument und seine besondere Bekleidung weich und geschmeidig erhalten und zu grösseren Complexen gehäuft, selbstständige, mit Nebenfunctionen betraute Drüsen werden (Moschusdrüse, Bibergeildrüse). Auf eine dichte Anhäufung der Talgdrüsen kann man auch die Bürzeldrüsen der Wasservögel zurückführen, deren Secret das Gefieder einzuölen und beim Schwimmen des Thieres vor Durchtränkung mit Wasser zu schützen hat. Als aus acinösen Hautdrüsen hervorgegangen sind ferner die umfangreichen, vielfach verzweigten Milchdrüsen der Säugethiere zu

[1]) Vergl. ausser den Arbeiten von Heidenhain, Wittich, Solger u. A. insbesondere A. Kowalewsky, Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane. Biologisches Centralblatt. Tom. IX, Nr. 2, 3, 1889.

betrachten. Die einzelligen und gehäuften Hautdrüsen, welche sich in so grosser Verbreitung bei Insecten finden, gehören grossentheils in die Kategorie der Oel- und Fettdrüsen. Kalk und Pigment absondernde Zellenanhäufungen finden sich vornehmlich in dem Körperintegumente der Weichthiere verbreitet und dienen zum Aufbau der so schön gefärbten und mannigfach geformten Schalen und Gehäuse. Auch zum Nahrungserwerbe können Drüsen und Drüsencomplexe der Haut Beziehung gewinnen (Spinndrüsen der Araneen). Sehr verbreitet sind endlich Schleim absondernde Hautdrüsen bei Thieren, welche an feuchten Oertlichkeiten (Amphibien, Schnecken) und im Wasser leben (Fische, Anneliden, Medusen).

Animale Organe.

Bewegungsorgane.

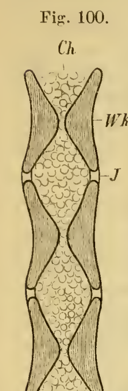
Unter den *animalen Verrichtungen* des Thieres tritt am meisten die Locomotion hervor. Die Thiere führen, zum Zwecke des Nahrungserwerbes und um Angriffen zu entgehen, Bewegungen ihres Körpers aus. Im einfachsten Falle erfolgt dieselbe wie bei den Protozoen durch *Pseudopodien* oder durch *Geisseln* und *Cilien*. Aber auch bei vielen Metazoen spielen noch Geissel- und Wimperepithelien eine grosse Rolle (Ctenophoren, Turbellarien, Rotiferen), obwohl hier meist der Hauptantheil der Fortbewegung den Muskeln zufällt.

Die zur Locomotion verwendete Muskulatur erscheint in der Regel und namentlich bei den einfacheren Formen der Bewegung mit der äusseren Haut innig verwebt und bildet einen Hautmuskelschlauch (Würmer), dessen abwechselnde Verkürzung und Verlängerung den Körper fortbewegt. Auch kann die Muskulatur auf einen Theil der Haut besonders concentrirt sein, wie z. B. an der Subumbrella der Medusen unterhalb des stützenden Gallertschirmes, oder an der Bauchfläche des Körpers einem fussähnlichen Bewegungsorgane seine Entstehung geben (Mollusken), oder in verschiedene sich hintereinander wiederholende Muskelgruppen zerfallen (Anneliden, Arthropoden, Vertebraten). Der letztere Fall bereitet schon eine rasche und vollkommenere Bewegungsart vor, indem sich feste, in der Längsachse aufeinander folgende Abschnitte der Haut oder auch eines inneren erhärteten Gewebsstranges als Segmente oder Ringe sondern, welche durch die Muskelgruppen verschoben werden, denen sie feste Stützpunkte zu einer kräftigen Muskelwirkung darbieten.

Hiermit ist die Entwicklung von harten Theilen nothwendig geworden, welche als Körpergerüst oder Skelet die Weichtheile stützen, aber auch schützen. Dieselben sind entweder äussere Schalen, Röhren oder sich wiederholende Ringe und meist durch Erhärtung der Körperhaut *(Chitin)* entstanden, oder im Innern des Körpers *(Knorpel, Knochen)* als Wirbel zur Entwicklung gelangt (Fig. 100, 101). In beiden Fällen kommt es zu einer

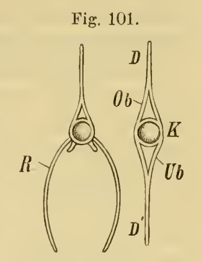
Gliederung in der Längsachse des Rumpfes, welche anfangs in einfacheren Fällen der Fortbewegung eine gleichartige homonome ist (Anneliden, Scolopender, Schlangen). Mit fortschreitender Entwicklung überträgt sich allmälig die zur Locomotion erforderliche Muskulatur von der Hauptachse des Leibes auf Nebenachsen desselben und gewinnt auf diesem Wege die Bedingungen zur Ausführung der schwierigeren und vollkommeneren Formen der Fortbewegung. Die festen Theile der Längsachse des Rumpfes verlieren dann ihre ursprüngliche gleichartige Gliederung, verschmelzen theilweise miteinander und bilden mehrere aufeinander folgende Regionen von grösserer oder geringerer Beweglichkeit ihrer Theile (Kopf, Hals, Brust, Lendengegend etc.). Im Allgemeinen wird dann das Skelet der Hauptachse in seinen Theilen minder verschiebbar, während ausgreifende Verschiebungen paariger *Extremitäten* oder *Gliedmassen* die Fortbewegung in vollendeterem Grade besorgen. Natürlich besitzen auch die Gliedmassen ihre festen Stützen für die Muskelwirkung als äussere und innere, mit dem *Achsenskelet* mehr oder minder fest verbundene, meist säulenartig verlängerte Hebel.

Fig. 100.



Schema der Wirbelsäule eines Teleostiers mit intervertebralem Wachsthum der Chorda. *Ch* Chorda, *Wk* knöcherner Wirbelkörper, *J* häutiger intervertebraler Abschnitt.

Fig. 101.



Fischwirbel, *K* Körper, *Ob* obere Bögen (Neurapophysen), *Ub* Untere Bögen (Hämapophysen), *D* oberer, *D'* unterer Dornfortsatz, *R* Rippe.

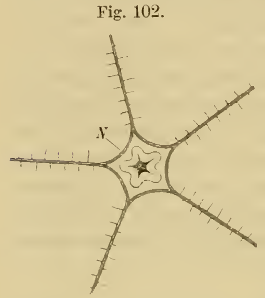
Nervensystem.

Empfindung. Da, wo sich ein solches noch nicht aus dem gemeinsamen contractilen Protoplasma oder aus dem gleichförmig gebliebenen Zellenparenchym des Leibes gesondert hat, werden wir die ersten Anfänge einer dem Organismus zur Wahrnehmung kommenden Reizbarkeit voraussetzen dürfen, die wir kaum als Empfindung bezeichnen können, denn die Empfindung setzt das Bewusstsein von der Einheit des Körpers voraus, welches wir den einfachsten Thieren ohne Nervensystem kaum zuschreiben werden. Mit dem Auftreten von Muskeln kommen auch die Gewebe des Nervensystems, und zwar in *Verbindung mit Sinnesepithelien* an der Oberfläche des Körpers (Coelenteraten, Echinodermen) zur Sonderung. In solchen Fällen bewahren Nervenfasern und Ganglienzellen, welche miteinander vermengt liegen, ihre ectodermale Lage und stehen mit *Sinneszellen* im Zusammenhang. Die Auffassung, nach welcher die erste Differenzirung von *Muskel-* und *Nervengewebe* in den sogenannten *Neuromuskelzellen* der Süsswasserpolypen und Medusen gegeben sei, hat sich als völlig unhaltbar erwiesen, vielmehr sind Muskeln und Nerven von verschiedenen Epithelzellen aus gesondert entstanden. Die Anordnung des Nervensystems lässt

sich, wenn wir von der *diffusen* Vertheilung der Nerven und Ganglienzellen im Ectoderm bei Hydroidpolypen und Actinien absehen, auf drei Grundformen zurückführen: 1. die radiäre der Strahlthiere; 2. die bilaterale der Gliederthiere und Mollusken: 3. die bilaterale der Wirbelthiere.

Im ersteren Falle bilden die Nervengewebe entweder einen exumbralen und subumbralen Ring (mit eingestreuten Ganglienzellen) am Schirmrande, von denen der erstere vornehmlich die Sinnesorgane, der andere die Muskeln der Subumbrella durch abgehende Nerven versorgt (Hydroidmedusen), oder es sind in den Radien der Sinnesorgane gelegene Zellenanhäufungen (Ganglien, von denen Nerven zu den Sinnesorganen ausgehen), sowie mit Ganglienzellen verbundene Nervenplexus an der Muskulatur der Subumbrella (Acalephen). Oder aber wir beobachten wie bei den Echinodermen, dass sich die Centralorgane in den Radien als sogenannte Ambulacralgehirne wiederholen, welche durch eine um den Schlund verlaufende, auch Ganglienzellen enthaltende Commissur verbunden sind (Fig. 102) und Nerven an die umgebenden Theile abgeben.

Fig. 102.



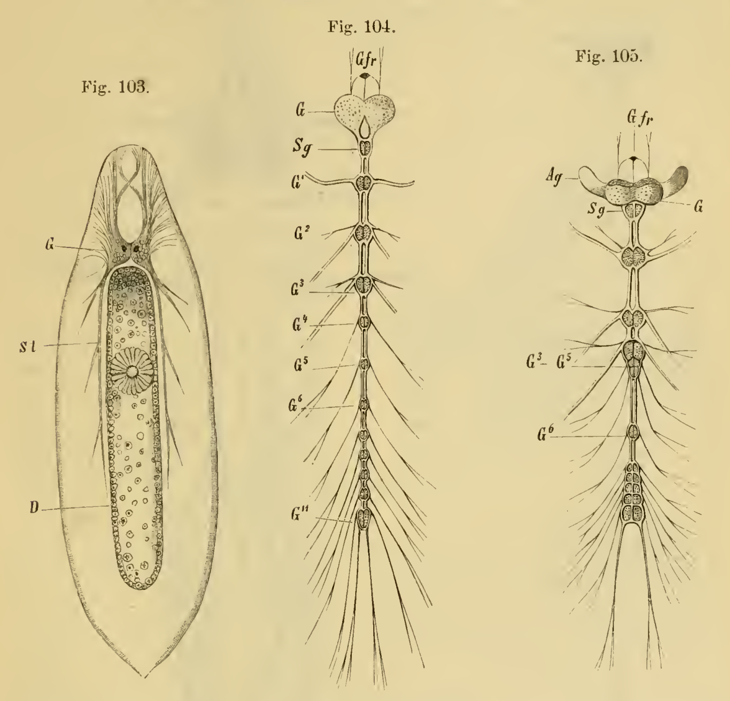
Schema des Nervensystems eines Seesternes. *N* den Schlund umgebender Nervenring, welcher die fünf ambulacralen Nervenstämme verbindet.

Das bilateral angeordnete Nervensystem besteht im einfachsten Falle aus einer paarigen Ganglienmasse, welche, dem vorderen Körperpole genähert, über dem Schlunde liegt und schlechthin als oberes Schlundganglion oder Gehirn bezeichnet wird. Von diesem Centrum strahlen (Platoden) Nerven in seitlich symmetrischer Vertheilung, unter ihnen zwei stärkere bauchständige Seitennerven, aus (Fig. 103). Auf einer höheren Stufe tritt ein Nervenring um den Schlund hinzu, die seitlichen Nervenstämme gewinnen an Stärke und nehmen an einzelnen Stellen Gruppen von Ganglienzellen auf (Nemertinen). Bei den Articulaten mit metamerisch gegliedertem Körper vermehrt sich die Zahl der Ganglien, und es kommt zum Gehirn ein *Bauchmark* als *homonome* (Anneliden), beziehungsweise *heteronome* (Arthropoden) *Ganglienkette* hinzu (Fig. 104 und 105). Bei den letzteren kann eine sehr verschiedene Gestaltung der Bauchkette durch Verschmelzung von Ganglien herbeigeführt werden, die in extremen Fällen zu einer hohen Concentration der Ganglienmassen führt. Als Ausgangsform kann die bei vielen Phyllopoden auftretende strickleiterförmige Ganglienkette betrachtet werden, an welcher die Längs- und Quercommissuren der Ganglien eine ansehnliche Länge besitzen und lediglich die vordersten unter dem Schlunde gelegenen Ganglien, welche den Kiefersegmenten angehören, zu einer unteren Schlundganglienmasse verschmolzen sind, die durch den Schlundring mit dem Gehirne in Verbindung steht.

Die Anordnung von Ganglienzellen und Nervenfasern in jedem Ganglion ist eine solche, dass jene als Rindenbelag in symmetrischen Gruppen die

centrale Nervenmasse umlagern. Seitlich treten Nervenstämme aus den Ganglien, aber auch aus den Längscommissuren zu den benachbarten Organen (vornehmlich Muskeln) aus. Bei den der Metamerenbildung entbehrenden Mollusken tritt an Stelle der Bauchganglienkette das *Pedalganglion*, zu welchem noch ein drittes paariges Centrum als *Eingeweideganglion* hinzukommt. (Näheres bei den Mollusken.)

Bei den Vertebraten liegen die Nervencentra an der Rückenseite der



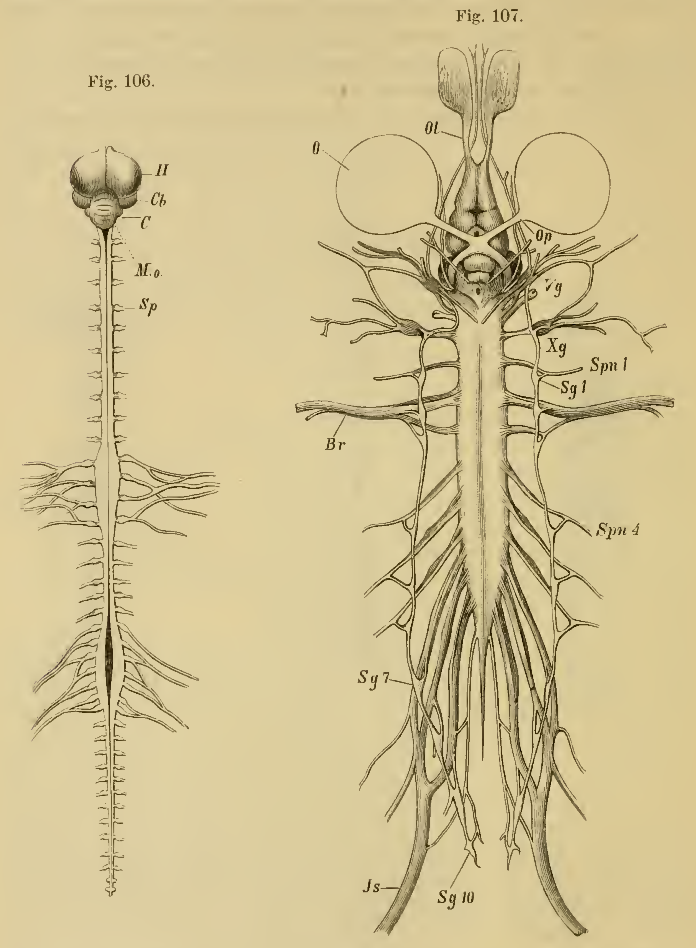
Darm und Nervensystem von *Mesostomum Ehrenbergii*, nach Graff. *G* die beiden Gehirnganglien mit zwei Augenflecken, *St* die beiden seitlichen Nervenstämme, *D* Darm mit Mund und Schlund.

Nervensystem der Larve von *Coccinella*, nach Ed. Brandt. *Gfr* Ganglion frontale, *G* Gehirn, *Sg* Subösophagealganglion G^1 bis G^{11} die 11 Ganglien der Bauchkette in Brust und Abdomen.

Nervensystem des entwickelten Käfers *(Coccinella)*, nach Ed. Brandt. *Ag* Augenganglion, die übrigen Buchstaben wie in Fig. 104.

Skeletachse und bilden das Medullarrohr. Der vorderste Theil des von einem Centralcanale durchsetzten Rohres differenzirt sich zu den complicirten Ganglieneentren des Gehirnes (Fig. 106 und 107), während der nachfolgende Abschnitt zum Rückenmark sich gestaltet, dessen Gliederung in der gleichmässigen Wiederholung austretender Nervenpaare (Spinalnerven) zum Ausdruck gelangt. Im Rückenmark, dessen Centralcanal sich im Gehirn

zu grösseren Höhlungen, Hirnventrikeln, erweitert, ist die Anordnung von Ganglienzellen und Nervenfasern umgekehrt als in den Ganglien der Wirbel-



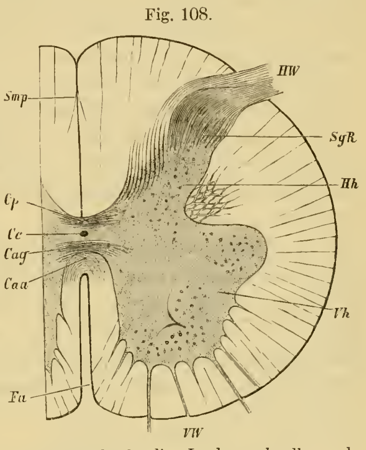
Hirn und Rückenmark einer Taube. *H* Grosshirn, *Cb* Vierbügel, *C* Cerebellum oder Kleinhirn, *Mo* Medulla oblongata, *Sp* Spinalnerven.

Nervensystem des Frosches, nach Ecker. *Ol* Riechnerv (Olfactorius), *O* Auge, *Op* Sehnerv (Opticus), *Vg* Ganglion Gasseri, *Xg* Ganglion des Vagus, *Spn 1* erster Spinalnerv, *Br* Brachialnerv, *Sg 1* bis *Sg 10* die zehn Ganglien des Grenzstranges des Sympathicus, *Js* Ischiadicus.

losen, indem erstere als graue Substanz (Hinterhörner, Vorderhörner) eine centrale Lage einnehmen, die Nervenfasern dagegen als dorsale, seitliche und ventrale Stränge peripherisch verlaufen (Fig. 108).

Als ein verhältnissmässig selbstständiger Theil des Nervensystems sondert sich bei den höheren Thieren (Vertebraten, Arthropoden, Hirudineen etc.) das sogenannte sympathische oder *Eingeweidenervensystem (Sympathicus)*. Dasselbe bildet Ganglien und Geflechte von Nerven, welche zwar im Zusammenhange mit den Centraltheilen des Nervensystems stehen, aber, vom Willen des Thieres unabhängig, die Organe der Verdauung, Circulation und Respiration, sowie die Geschlechtsorgane innerviren und bei Störung der Empfindungs- und Bewegungscentren ihre Function noch längere oder kürzere Zeit auszuüben vermögen. Bei den Vertebraten (Fig. 107) besteht das System der Eingeweidenerven aus einer Reihe von Ganglien, welche, zu beiden Seiten der Wirbelsäule gelegen, mit den Spinalnerven- und Spinalnerven-artigen Hirnnerven durch *Rami communicantes* verbunden sind, dann aber auch untereinander durch Nervenzweige zusammenhängen. Die letzteren bilden den sogenannten Grenzstrang des Sympathicus. Die Ganglien selbst, deren Zahl mit jener der aus dem Rückenmark und Gehirn austretenden Spinalnerven, beziehungsweise Hirnnerven übereinstimmen kann, entsenden Nerven nach den Blutgefässen und Eingeweiden, an denen complicirte Geflechte mit eingeschobenen Ganglien gebildet werden. Die Nervenfasern, welche von den Ganglienzellen des Sympathicus entspringen, sind blasse Achsencylinder. Die markhaltigen Nerven, welche in den Geflechten desselben verlaufen, entstammen den Rami communicantes des cerebrospinalen Nervensystemes und sind vornehmlich sensibler Natur.

Fig. 108.



Querschnitt durch die Lendenanschwellung des menschlichen Rückenmarks, nach Gegenbaur. *Cc* Canalis centralis, *Smp* Sulcus medianus posterior, *Fa* Fissura anterior, *VW* vordere Wurzel, *HW* hintere Wurzel, *Vh* Vorderhorn, *Hh* Hinterhorn, *SgR* Substantia gelatinosa Rolandi, *Cp* Commissura posterior, *Cag* Commissura anterior grisea, *Caa* Commissura anterior alba.

Sinnesorgane. Das Nervensystem besitzt noch peripherische Apparate, deren Function es ist, von gewissen Verhältnissen der Aussenwelt Eindrücke zu gewinnen und diese in bestimmten Empfindungsformen (*Sinnesenergien*[1]), Joh. Müller) zur Perception zu bringen: die *Sinnesorgane*. Gewöhnlich sind es eigenthümlich gestaltete Anhäufungen von haar- oder stäbchenförmigen, mit Ganglienzellen durch Fibrillen verbundenen Epithelzellen (birnförmige Haar-

[1]) Im Gegensatze zu dem Qualitäten der Empfindung innerhalb jedes Sinnesorgans (Farben, Töne).

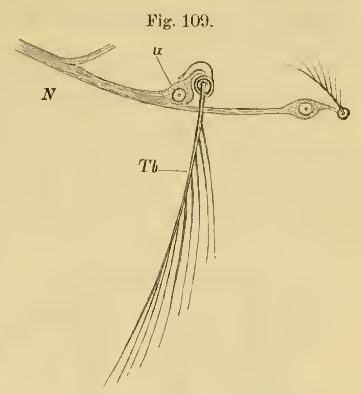
zellen, langgestreckte Stäbchenzellen), durch welche unter dem Einflusse äusserer Einwirkungen eine Bewegung der Nervensubstanz eingeleitet wird. welche, nach dem Centralorgan fortgeleitet, in diesem als specifische Sinnesempfindung zum Bewusstsein gelangt. Auch sind mit diesen Endzellen häufig Cuticularbildungen verbunden, welche eine Beziehung zur Uebertragung äusserer Bewegungsvorgänge auf die nervöse Substanz haben (Retinastäbchen). Wie der phyletische Ursprung des Nervensystems auf besonders irritable Ectodermzellen hinweist, die bereits ihrer besonderen Beschaffenheit nach an Sinneszellen erinnern und deren in die Tiefe herabgerückte Elemente wahrscheinlich Ganglienzellen werden, so zeigt das terminale Verhalten der Sinnesnerven dieses ursprüngliche Verhältniss kaum verändert. Auch hier das empfindliche Epithel (Neuroepithel) und die mit demselben verbundenen terminalen Ganglienzellen. Die Sinnesempfindungen haben sich wahrscheinlich aus dem wohl zuerst im thierischen Organismus zur Geltung gelangenden allgemeinen Gefühlssinn differenzirt, durch welchen bei höheren Thieren verschiedene Formen von Schmerz- und Lustempfindung angezeigt werden. Sensible Nerven wurden im Zusammenhang mit der besonderen Art ihrer Endigung zu sensoriellen oder Sinnesnerven und veranlassten eine besondere Form der Empfindung.

Erst auf einer höheren Entwicklungsstufe können die Sinnesperceptionen mit denen unseres eigenen Körpers nach der Beschaffenheit der Empfindung verglichen werden. Wir vermögen die Sinnesenergien niederer Thiere nur überaus unbestimmt und nur nach dem unzureichenden Massstabe unserer eigenen Empfindungen zu beurtheilen. Es ist gewiss, dass auf dem Gebiete des niederen Thierlebens eine Menge von Empfindungsformen bestehen, für welche wir in Folge der einseitigen Gestaltung unserer eigenen Sinne kein Verständniss haben.

Tastsinn. Am meisten mag unter den Sinnen der *Tastsinn* verbreitet sein, mit welchem der Drucksinn und das Localisationsvermögen zusammenfällt. Derselbe erscheint im Allgemeinen über die gesammte Körperoberfläche verbreitet, sehr häufig aber auf Verlängerungen und Anhängen derselben concentrirt. In diesem Sinne dürften die als *Tentakeln* bezeichneten Anhänge der Coelenteraten und Echinodermen zu deuten sein. Bei den Bilateralthieren mit gesondertem Kopfe sind es contractile oder starre und dann gegliederte Fortsätze des Kopfes, *Antennen* oder *Fühler*. Dieselben können sich bei den Würmern als paarige *Cirren* an allen Leibessegmenten wiederholen. An jenen Gliedmassen finden sich bei den Arthropoden meist Borsten oder Zapfen, welche als Cuticularanhänge über der gangliösen Endanschwellung eines Tastnerven liegen und den mechanischen Druck von ihrer Spitze nach dem Nerven fortpflanzen. Dieselben finden sich ferner an der Oberfläche auch anderer Extremitäten *(Palpen, Füsse)*, sowie über die Hautfläche ausgebreitet (Fig. 109). Bei den wasserbewohnenden Mollusken. Anneliden und Medusen werden besondere, mit Haaren und Fortsätzen ver-

sehene Zellen als Tastzellen betrachtet. Bei den Vertebraten rücken die als Tastzellen gedeuteten Elemente aus der Oberhaut in die Cutis und deren Papillen, wo sie schon bei den Amphibien sich an den Endverzweigungen eines Nerven häufen (Tastflecken, Frosch). Bei den Säugern, minder ausgeprägt schon bei Reptilien, gestalten sich diese Gebilde in den Cutispapillen zu den Tastkörperchen (Fig. 110 *a* und *b*), die als Sitz eines feinen Tast- und Druckgefühles gelten und an der Volar- sowie Plantarfläche der Extremitäten bei den Primaten in reichster Menge auftreten. Von den Tastkörperchen verschieden sind die bei Vertebraten verbreiteten *Endkolben* und die durch ihre geschichteten Kapselwandungen ausgezeichneten Pacini'schen Körperchen, in deren Mitte der Achsencylinder endet (Fig. 111 *a* und *b*). Ausser der Tastempfindung tritt bei den höheren Thieren das Unterscheidungsvermögen der Temperatur als besondere Form der Empfindung, als *Wärme- und Kältegefühl*, hinzu.

Fig. 109.



Nerv *(N)* mit Ganglienzellen *(G)* unterhalb der Tastborsten *(Tb)* aus der Haut der Larve von *Corethra plumicornis*.

Der *Geruchsinn*, welcher die Qualität gasförmiger Stoffe prüft und in besonderen Formen der Empfindung als „Geruch" zum Bewusstsein bringt,

Fig. 110. Fig. 111.

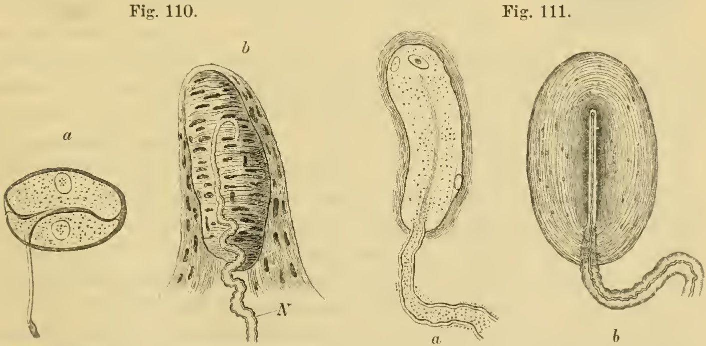


Fig. 110. *a* Zwillingstastzelle aus der Schnabelspitze der Ente, nach Merkel. *b* Tastpapille aus der Volarfläche des Menschen mit dem Tastkörperchen und dessen Nerven *(N)*.

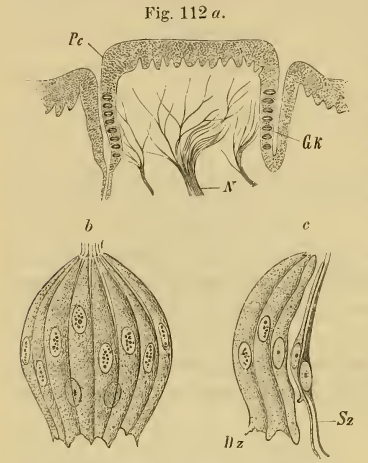
Fig. 111. *a* Endkolben aus der Conjunctiva bulbi des Elephanten, nach W. Krause; *b* Vater-Pacini'sche Körperchen aus dem Mesenterium der Katze, nach Ecker.

scheint schon bei den niederen Thieren vorhanden zu sein, ohne sich freilich bei vielen wasserbewohnenden Thieren scharf vom Geschmacksinn abgrenzen

zu lassen. Als Geruchsorgane der einfachsten Form betrachtet man bewimperte, mit Nerven in Verbindung stehende Gruben (Acalephen, Heteropoden, Cephalopoden), deren epitheliale Bekleidung von härchentragenden Sinneszellen gebildet wird.

Bei den *Arthropoden* werden blasse Cuticularanhänge der Antennen, an denen Nerven mit Ganglienzellen enden, als Spür- oder Riechkolben gedeutet.

Bei den Wirbelthieren ist es eine meist paarige Grube oder Höhlung am Kopfe (Nasenhöhle), deren Wandung die Enden des Geruchsnerven *(Nervus olfactorius)* in sich birgt. Die luftathmenden Wirbelthiere zeichnen sich durch die Communication dieser Höhlung mit der Rachenhöhle, sowie durch die Flächenvergrösserung ihrer vielfach gefalteten und durch Knochenlamellen (Muscheln) gestützten Schleimhaut aus, auf welcher die Enden der Nervenfasern (aber nur in einer beschränkten Region, Regio olfactoria) zwischen den Epithelialzellen in zarte stäbchen- oder härchentragende Fadenzellen eintreten (Fig. 56).



a Durchschnitt durch eine Papilla circumvallata des Kalbes, nach Th. W. Engelmann. *N* eintretender Nerv, *GK* Geschmacksknospen in der Seitenwand der Papille *Pc.* — *b* isolirte Geschmacksknospe aus dem seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. — *c* isolirte Stütz- oder Deckzellen *(Dz)* und Sinneszellen *(Sz)* derselben.

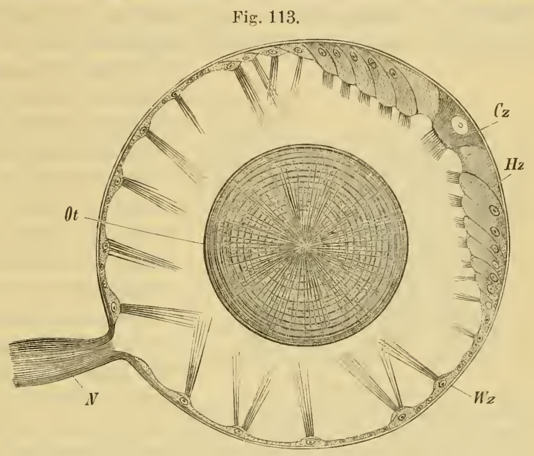
Eine besondere Empfindung der Mund- und Rachenhöhle ist der *Geschmack,* welcher nach dem an höheren Organismen gewonnenen Begriffe die chemische Beschaffenheit meist in flüssiger Form befindlicher Substanzen prüft und als besondere Empfindung percipirt. Derselbe ist mit Sicherheit bei den Vertebraten nachweisbar und knüpft sich an die Ausbreitung des *Nervus glossopharyngeus,* welcher beim Menschen die Spitze, Ränder und Wurzel der Zunge, aber auch Theile des weichen Gaumens versorgt und zur Geschmacksempfindung tauglich macht. Als die Perception vermittelnden Sinneszellen werden die centralen Fadenzellen der an besonderen Papillen *(Papillae circumvallatae)* gelegenen sogenannten Geschmacksknospen gedeutet (Fig. 112 *a, b, c*). Dieselben sind bei Amphibien und Reptilien auf die Mundhöhle beschränkt, finden sich aber bei den Fischen auch an den Lippen, Barteln und Schuppentaschen. Der Geschmack verbindet sich in der Regel mit Tast- und Temperaturempfindungen der Mundhöhle, sowie mit Geruchseindrücken. Derselbe scheint auch im Kreise der Weichthiere durch specifische Sinnesepithelien am Eingange der Mundhöhle, sowie bei den Insecten durch modificirte nervenhaltige Cuticularborsten an Maxillen und Zunge ver-

treten, die zum Beispiel bei der Honigbiene unrichtiger Weise als Geruchsorgane gedeutet wurden.

Bei niederen Thieren sind Geschmacks- und Geruchsorgane noch weniger scharf wie bei höheren zu scheiden, und es gibt gewisse Uebergangssinne, welche die Qualität des äusseren, den Körper umgebenden Mediums zu prüfen haben.

Am bekanntesten sind die in den Seitencanälen (sogenannten *Seitenlinien*) der Fische zerstreuten Nervenhügel, welche auch bei den geschwänzten Amphibien als freie Vorsprünge an der äusseren Haut wiederkehren (Salamanderlarven) und sich vornehmlich dadurch von den Geschmacksknospen unterscheiden, dass ihre Centralzellen nicht stabförmig gestreckt, sondern kegelförmig sind. Aehnliche Organe treten auch in der Haut der Hirudineen und Chaetopoden auf und werden mit jenen als Organe eines sechsten Sinnes zusammengefasst, von denen man annehmen kann, dass sie gewisse, auf die Qualität des Wassers bezügliche Empfindungen vermitteln.

Fig. 113.



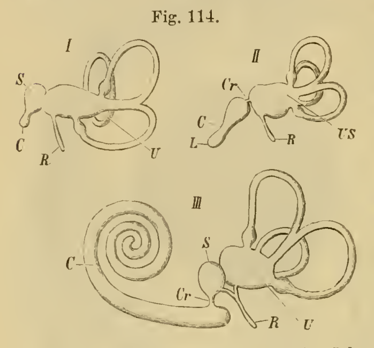
Gehörblase eines Heteropoden *(Pterotrachea)*. *N* Acusticus, *Ot* Otolith im Innern der mit Flüssigkeit erfüllten Blase, *Wz* Wimperzellen an der Innenfläche der Blasenwand, *Hz* Hörzellen, *Cz* Centralzelle.

Gehörsinn. Erschütterungen und wellenförmige Bewegungen des umgebenden Mediums werden von besonderen, wohl aus dem Tastsinn hervorgegangenen Sinnesorganen wahrgenommen. Das zur *Schallperception* dienende *Gehörorgan* erscheint in seiner einfachsten Form als eine geschlossene, mit Flüssigkeit *(Endolymphe)* und einem oder zahlreichen kalkigen Concrementen *(Otolithen)* erfüllte Blase, an deren Wandung die Fibrillen des Nerven mit Stäbchen- oder Haarzellen enden. Bald liegt die Blase einem Ganglion des Nervencentrums (Würmer) an, bald liegt sie am Ende eines kürzeren oder längeren Nerven, des Hörnerven oder Acusticus (Acalephen, Mollusken, Decapoden). Bei vielen im Wasser lebenden Thieren kann die Blase auch geöffnet sein und ihr Inhalt mit dem äusseren Medium direct communiciren, in welchem Falle die Otolithen durch kleine, von aussen eingetretene Körper, insbesondere Sandpartikelchen, repräsentirt werden (Decapoden). Während bei den Weichthieren ein zartes Sinnesepithel an der Innenwand der Blase die percipirende Stelle *(Macula acustica)* bezeichnet (Fig. 113), enden

bei den Crustaceen die Fasern der Gehörnerven an cuticularen Haaren, welche der Wandung der Blase aufsitzen und, den Riechhaaren der Antennen vergleichbar, die Nervenerregung einleiten. Auch bei den Medusen finden sich als eine besondere Form der sog. Randkörper Otolithenbläschen. Auch diese sind häufig nicht geschlossen oder werden durch einen otolithenhaltigen von Sinneszellen bekleideten Kolben vertreten.

Man hat jene Bläschen als Hörbläschen bezeichnet, weil das Gehörorgan der Wirbelthiere auf einer frühen Entwicklungsstufe die gleiche Form eines otolithenhaltigen Bläschens besitzt, welches, am Ektoderm der Kopfanlage als Grube entstanden, allmälig in die Tiefe gerückt ist und noch längere Zeit durch einen engen Canal mit der Oberfläche verbunden bleibt. Nachdem es jedoch erwiesen wurde, dass diese ursprünglich als einfach sich darstellende Anlage des häutigen Labyrinthes mit der Entwicklung des Vorhofsäckchens und der Bogengänge zugleich eine zweite Function besitzt, insofern in diesen Theilen ein Sinn für die Orientirung im Raume und die Erhaltung der Gleichgewichtslage gegeben ist, erscheint es sehr wahrscheinlich, dass dieser Sinn phyletisch der ältere ist und dem der Schall- und Tonperception vorausging. Demnach dürften die einfach gestalteten Bläschen der Wirbellosen lediglich Organe des Raumsinnes sein und die sog. Otolithen einen Apparat zur Erhaltung des Gleichgewichtes bilden *(Statocyten)*. Erst auf einer höheren Stufe der Differenzirung ihres Nervenapparates tritt, vielleicht schon bei den Heteropoden und Cephalopoden, zugleich das Vermögen der Schallempfindung zu dem ursprünglich rein statischen Sinnesapparat hinzu.

Fig. 114.



Schematische Darstellung des Gehörlabyrinthes *I* des Fisches, *II* des Vogels, *III* des Säugethieres, nach Waldeyer. *U* Utriculus mit den drei Bogengängen. *S* Sacculus, *US* Alveus communis (Utriculus und Sacculus), *C* Cochlea (Schnecke), *Cr* Canalis reuniens, *L* Lagena, *R* Aquaeductus vestibuli.

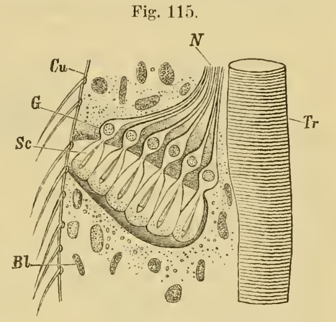
Bei den Vertebraten entwickelt sich die Gehörblase nicht nur zu jener complicirteren Gestaltung (häutiges Labyrinth), sondern es treten auch schallleitende und schallverstärkende Einrichtungen hinzu (Fig. 114). Am häutigen Labyrinthe sondert sich die Blase in den Utriculus und Sacculus, jener mit den drei halbkreisförmigen Canälen oder Bogengängen und Ampullen, dieser mit dem Schneckengang (Ductus cochlearis), welcher bei den Säugethieren schneckenartig gewunden ist und in seiner Wand die Endapparate der Tonempfindung (Corti'sches Organ) enthält.

Ganz anders verhalten sich die als Gehörorgane betrachteten *tympanalen* Sinnesorgane mancher Insecten, da denselben eine mit Flüssigkeit nebst Hörsteinen gefüllte Blase fehlt, dagegen tympanale Platten und unter

denselben gelegene Lufträume für die Einwirkung der Schallwellen auf die mit glänzenden Stiften versehenen Enden eines Nerven in Verwendung kommen. Dem durch eine Tracheenblase hergestellten Luftraume liegt eine dünne, gespannte Hautplatte an, die vielleicht nach Art des Trommelfelles in Schwingungen versetzt wird. Bei den *Acridiern* findet sich der tympanale Sinnesapparat jederseits am Metathorax, bei den *Locustiden* und *Gryllodeen* in den Schienen des vorderen Beinpaares. Ein ähnliches, wenngleich stark reducirtes Organ wurde an gleicher Stelle bei Ameisen und einigen Pseudoneuropteren *(Anisopteryx, Termes)* nachgewiesen (Fig. 115).

Die *Sehorgane* oder *Augen*[1]) sind nebst den Tastwerkzeugen am allgemeinsten, und zwar in zahlreichen Modificationen, verbreitet. Im einfachsten Falle befähigen sie wohl nur zur Unterscheidung von Hell und Dunkel. Sie bestehen aus dem empfindlichen Protoplasma, beziehungsweise der Nervensubstanz, sowie aus derselben eingelagerten Pigmentkörnchen und werden in solcher Form als *Augenflecken* bezeichnet. Dass Pigment zu der Empfindung von Licht nothwendig ist, vermag man um so weniger einzusehen, als viele complicirt gebaute Augen des Pigmentes entbehren können. So erklärt es sich wohl auch, dass Thiere, an denen man noch nicht einmal diese einfachsten durch den Besitz von Pigment charakterisirten Augenflecken nachgewiesen hat (Regenwurm), lichtempfindlich sind.

Fig. 115.



Sinnesorgan aus dem Schienbein von *Anisopterix*, nach V. Graber. *Tr* Tracheenstamm, *N* Sinnesnerv, *G* Ganglienzellen, *Sc* Endanschwellungen derselben mit der stabartigen Einlagerung, *Cu* Cuticula, *Bl* Blutzellen.

Von grösserer Bedeutung erscheint die besondere Beschaffenheit der Nervenendigung, durch welche gewisse, in Wellen fortschreitende Bewegungen des sog. Aethers, auf die Nervenfasern übertragen, zu einem Reize werden, welcher, nach dem Centralorgan fortgeleitet, von diesem als Licht empfunden wird. Ueberall, wo bei niederen Thieren specifische Nervenendigungen nicht nachgewiesen werden können, handelt es sich wahrscheinlich erst um eine Vorstufe von Augen, welche durch pigmentirte, vielleicht nur für Wärmeabstufungen empfindliche Hautnerven hergestellt wird. Wenn auch die Empfindung von Licht das Werk des Nervencentrums ist, so erscheinen doch die Stäbchen und Zapfen am Ende der Sehnervenfasern als die Elemente, welche die von aussen einwirkenden Aetherschwingungen in einen der Lichtempfindung adäquaten Reiz für die Sehnervenfasern verwandeln.

[1]) Vergl. R. Leuckart, Organologie des Auges. Graefe und Sämisch, Handbuch der Ophthalmologie, Bd. II.

Zur Perception eines *Bildes* sind aber auch lichtbrechende Apparate vor der Endausbreitung *(Retina)* des Sehnerven *(Nervus opticus)* nothwendig. und es müssen ferner die Elemente [1]) des letzteren hinreichend isolirt sein. um den ihnen übertragenen Reiz als gesonderte Bewegung zum Nervencentrum fortleiten zu können. An Stelle der allgemeinen Lichtempfindung tritt dann eine Summe von Einzelperceptionen, welche nach Lage und Besonderheit den Theilen der erregenden Quelle entsprechen und zur Entstehung eines Bildes führen. Zur Brechung des Lichtes dient die gewölbte und oft linsenartig verdickte Körperbedeckung *(Cornea, Cornealinse)*, durch welche die Strahlen in das Auge einfallen, ferner hinter der Cornea liegende Körper *(Glaskörper, Linse, Krystallkegel)*. Durch die lichtbrechenden Medien werden die von den einzelnen Punkten der Lichtquelle nach allen Richtungen sich verbreitenden Strahlenkegel mittelst Refraction, beziehungsweise Isolirung der senkrecht auffallenden Strahlen *(Facettenauge)* wieder in entsprechenden Punkten auf der Retina gesammelt, welche aus den stäbchenförmigen Endzellen der Nerven in Verbindung mit ein oder mehreren Lagen von Ganglienzellen besteht.

Zur Absorption überflüssiger, sowie der Perception des Bildes nachtheiliger Lichtstrahlen erscheint das Augenpigment von Bedeutung. Dasselbe breitet sich theils in der Umgebung der Retina als *Chorioidea*, eventuell zugleich im Umkreise der einzelnen Retinaelemente, theils vor der Linse als quergestellter, von einer verengerungs- und erweiterungsfähigen Oeffnung *(Pupille)* durchbrochener Vorhang *(Iris)* aus. Auf einer höheren Entwicklungsstufe wird in der Regel das gesammte Auge von einer harten, bindegewebigen Haut *(Sclerotica)* umschlossen und hiermit als selbstständiger Augenbulbus abgegrenzt.

Die Einrichtungen, durch welche die von den einzelnen Punkten eines Objectes ausgehenden Lichtstrahlen in regelmässiger Ordnung auf entsprechende Punkte des Sehnerven wirken und somit die Fähigkeit der Perception eines Bildes ermöglichen, sind verschieden, und steht mit denselben der gesammte Bau des Auges in innigem Zusammenhange. Von den einfachsten Augen, wie sie bei Würmern und niederen Krebsen auftreten, abgesehen. unterscheiden wir zwei Augenformen.

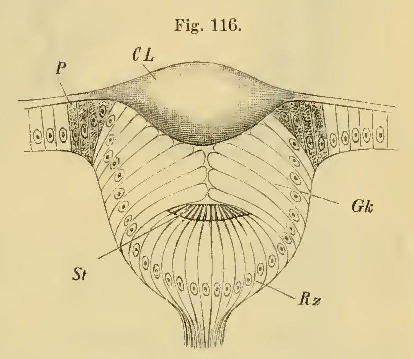
1. Die am weitesten verbreitete Augenform (das unicorneale Auge der Anneliden, Insecten und Arachnoiden, Mollusken, Vertebraten) entspricht

[1]) Man hat in neuerer Zeit nach Entdeckung des Sehpurpurs an den Aussengliedern der Nervenstäbchen den Erregungsvorgang des Sehens am Nervenapparat auf einen photochemischen Process der Retina zurückführen wollen. Die Thatsache, dass durch Einwirkung des Lichtes das diffuse Pigment der Stäbchenschichte gebleicht wird, ist vom höchsten Interesse, beweist aber umsoweniger eine directe Betheiligung des Sehpurpurs beim Sehvorgang, als derselbe an den Stellen des Auges, wo allein ein scharfes Bild zu Stande kommt, der Macula lutea, und überhaupt an den Aussengliedern der Zapfen fehlt. Ausser den älteren Angaben von Krohn, H. Müller, M. Schultze vergl.: Boll, Sitzungsberichte der Akad. Berlin 1876 und 1877, ferner Ewald und Kühne.

einer kugeligen Camera obscura mit Sammellinse *(Cornea, Linse)* an der freien, zum Einfallen des Lichtes dienenden Vorderwand und meist noch mit weiteren, den Augenraum füllenden dioptrischen Medien (Glaskörper). Das auf der Nervenausbreitung entworfene Bild ist ein umgekehrtes.

Das hieher gehörige Punktauge der Insecten, Arachnoiden und Scorpione erscheint als einfache Umbildung eines Integumentabschnittes entstanden, unter welchem die Endapparate des Sehnerven ihre Lage finden (Fig. 116). Die cuticulare Bedeckung ragt linsenförmig verdickt in die unterliegende Schicht der hellen, stark verlängerten Hypodermiszellen hinein, auf welche die stabförmig gestreckten Nervenzellen (mit lichtbrechenden Cuticularstäben), zu einer knospenförmigen Retina zusammengedrängt, folgen. Die den Linsenrand umgebenden Hypodermiszellen sind mit Pigment erfüllt und bilden irisartig einen dunklen Ring, durch dessen Oeffnung die Lichtstrahlen in das Auge einfallen, um die Endglieder der Retinazellen zu treffen. Bei den höher entwickelten Formen dieses Augentypus, insbesondere dem *Vertebratenauge*, breitet sich der Endtheil des Sehnerven als becherförmige Nervenhaut *(Retina)* an der Hinterwand der mit lichtbrechenden Medien gefüllten Halbkugel aus, umgeben von einer gefässführenden Pigmenthaut, der *Chorioidea*. Diese wird wiederum von einem fibrösen bindegewebigen Gerüst, der harten Augenhaut oder *Sclerotica,* umgeben, welche sich an ihrem vorderen, das Licht aufnehmenden Abschnitt zu einer dünneren, glashellen Haut, der Hornhaut oder *Cornea,* umgestaltet. Von den lichtbrechenden Medien, welche hinter der Cornea folgen und das Innere des Bulbus erfüllen, wässerige Flüssigkeit (Humor aquaeus), Linse und Glaskörper (Corpus vitreum), wirkt die Linse für die Brechung des Lichtes am stärksten. Eingefalzt in der verdickten und muskulösen Vorderwand der Chorioidea (Corpus ciliare mit dem Processus ciliares), wird sie in der Peripherie ihrer Vorderfläche noch von einer Fortsetzung der Chorioidea, der Regenbogenhaut oder Iris überdeckt, welche als ringförmiger contractiler Saum eine Art Diaphragma (für das einfallende Licht) mit verengerungsfähiger Oeffnung (Sehloch oder Pupille) bildet (Fig. 117). Die becherförmig im Augengrunde ausgebreitete Retina zeigt eine höchst complicirte Structur und überaus regelmässige Schichtung, die bei allen Vertebraten im Wesentlichen dieselbe bleibt (Fig. 118). Die innere, an den Glas-

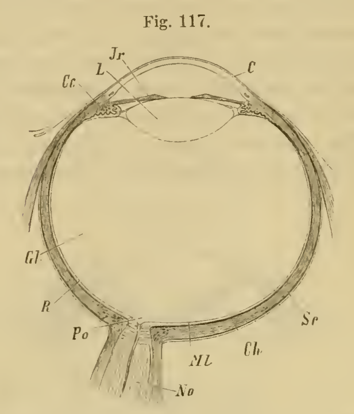
Fig. 116.



Durchschnitt durch das Punktauge einer Käferlarve, nach Grenacher. *CL* Corneallinse, *Gk* die unterliegenden Hypodermiszellen, von den Autoren als Glaskörper bezeichnet, *P* Pigment der peripherischen Zone derselben, *Rz* Retinazellen, *St* cuticulare Stäbchen derselben.

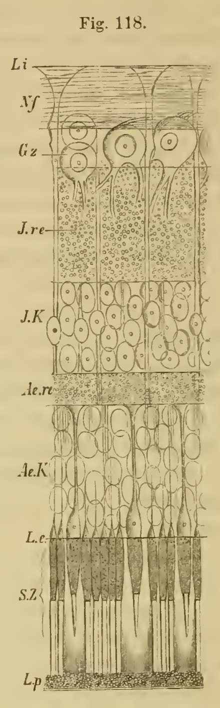
körper und deren Membran (Limitans interna) angrenzende Schicht besteht aus den Nervenfasern, in welche der Opticus ausstrahlt, dann folgt die Ganglienzellenschicht, die innere reticuläre, die innere Körnerschicht, die äussere reticuläre, dann die äussere Körnerschicht, endlich die von jener durch die Limitans externa abgegrenzte Schicht von Stäbchen und Zapfen, welche somit nach aussen gewendet sind (mit dem Pigmentepithel, Lamina pigmenti). Das

Fig. 117.



Durchschnitt des menschlichen Augapfels, nach Arlt. *C* Cornea. *L* Krystalllinse, *Jr* Iris mit der Pupille, *Cc* Corpus ciliare, *Gl* Glaskörper. *R* Retina, *Sc* Sclerotica, *Ch* Chorioidea, *Ml* Macula lutea. *Po* Papilla optica, *No* Sehnerv.

Fig. 118.



Schematischer Durchschnitt der Retina. nach M. Schultze, mit Modificationen nach Schwalbe. *Li* Limitans interna, *Nf* Nervenfasern, *Gz* Ganglienzellen, *J.re* innere reticuläre Schicht, *J.K* innere Körnerschicht, *Ae.re* äussere reticuläre Schicht, *Ae.K* äussere Körnerschicht, *L.e* Limitans externa, *S.Z* Stäbchen-Zapfen-Schicht, *Lp* Lamina pigmenti.

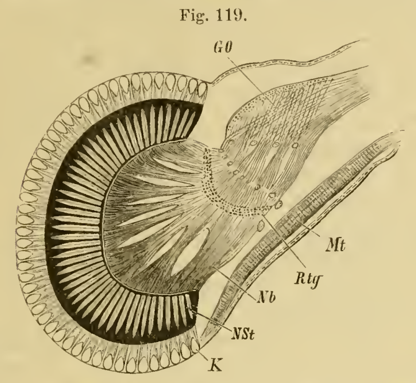
umgekehrte Bild, welches im Hintergrund des Vertebratenauges auf der Retina entworfen wird, hat eine bedeutende Lichtstärke und Specification.

Ueberraschend erscheint die Uebereinstimmung, welche das Auge der Cephalopoden mit dem der Wirbelthiere zeigt. Indessen hat die Stäbchenschicht der Retina die umgekehrte Lage, indem sie nach innen dem Glaskörper zugewendet ist. Als vereinfachte Modification dieses Augentypus kann das Auge von *Nautilus* betrachtet werden, an welchem die vordere Augenkammer offen ist und die Sammellinse fehlt. An der die Retina enthaltenden Hinterwand entsteht somit auch ein umgekehrtes, aber lichtschwaches Bild.

2. Die zweite Form kommt in dem zusammengesetzten Auge *(Facettenauge)* der Arthropoden (Krebse und Insecten) zum Ausdruck und führt zu

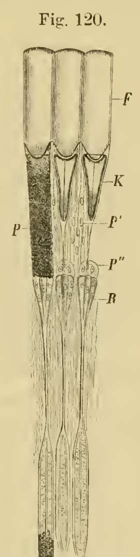
dem sogenannten musivischen Sehen (Joh. Müller) (Fig. 119 und 120). Hier sind es grosse und zusammengesetzte Nervenstäbe (Retinulae), welche im Innern des Auges eine halbkugelig nach aussen vorgewölbte Retina bilden. Von jeder meist aus fünf oder sieben Endzellen gebildeten Retinula, in deren Achse das cuticulare *Rhabdom* verläuft, liegt eine stark lichtbrechende kegelförmige Linse, der *Krystallkegel,* und vor dieser eine linsenförmige Facette der Cuticularbekleidung, welche Anlass zu der Bezeichnung *Facettenauge* [1]) gab. Indessen können diese oberflächlichen Felder auch fehlen

Fig. 119.



Auge von *Branchipus*. *Mt* Augenmuskel, *GO* Ganglion opticum, *Rtg* Retinaganglion, *Nb* Nervenbündel, *NSt* Nervenstäbe, *K* Krystallkegel.

Fig. 120.



Drei Facetten nebst Retinulae aus dem zusammengesetzten Auge des Maikäfers, nach Grenacher, zwei derselben nach Auflösung des Pigments. *F* Corneafacette, *K* Krystallkegel, *P* Pigmentscheide, *P'* Hauptpigmentzellen, *P''* Pigmentzellen zweiter Ordnung, *R* Retinulae.

und die Cuticula eine gleichmässige helle Ueberkleidung des Auges darstellen. Im einfachsten Falle lagert sich das die Lichtperception jeder Retinula isolirende Pigment in der Peripherie der Nervenzellen selbst ab *(Branchipus),* in der Regel wird dasselbe jedoch in besonderen Zellen erzeugt, welche in bestimmten Zonen die Krystallkegel (Irispigment) und Nervenstäbe (Retinapigment) scheidenartig umlagern und im belichteten Auge eine Lageveränderung, jene nach hinten, diese nach vorn, erfahren. Im Grunde des Auges gehen die Stabzellen der Retinula in die Nervenbündelschicht der Retina über, welche ausser jener noch aus einer Ganglienzellenschicht und einem Marklager sehr feiner Nervenfasern besteht (Fig. 119 *Rtg*).

---

[1]) Siehe Joh. Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1826. H. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen 1879. W. Patten, Eyes of Mollusks and Arthropods. Mittheilungen aus der zool. Station zu Neapel. VI. Bd. 1886. S. Exner, Die Physiologie des facettirten Auges von Krebsen und Insecten. Leipzig und Wien 1891.

Die Umgrenzung des Auges ist eine feste chitinige Hülle, die in der Verlängerung der Scheide des eintretenden Sehnerven die Weichtheile des Auges umgibt und bis zur Cornea reicht. Was man als Sehnerven bezeichnet, entspricht zum guten Theil bereits der Retina selbst, welche eine Ganglienzellenschicht und eine Lage von Nervenbündeln enthält. Wenn nun auch hinter jeder gewölbten Corneafacette ein umgekehrtes, verkleinertes (weit von der erregbaren Stelle des Nervenstabes liegendes) Bildchen des zu sehenden Objectes entworfen wird, so kann doch nur der senkrecht auffallende, durch Refraction benachbarter Strahlen des Strahlkegels verstärkte Achsenstrahl desselben zur Perception gelangen, da alle übrigen Seitenstrahlen vom Pigmente absorbirt werden. Demnach liegen die von den Achsenstrahlen veranlassten Lichteindrücke, deren Menge der Zahl der einzelnen Nervenstäbe entspricht, mosaikartig, die Anordnung der lichtentsendenden Punkte des äusseren Gegenstandes wiederholend, auf der Retina. Das hier entworfene Bild ist aufrecht, hat aber nur eine geringe Lichtstärke und Specification. (Appositionsbild, Superpositionsbild.)

Soll das Auge nach verschiedenen Richtungen und aus verschiedener Entfernung deutlich zu sehen im Stande sein, so erscheint ein besonderer Bewegungsapparat, sowie ein Accommodationsmechanismus nothwendig, welcher das Verhältniss der brechenden Medien zur Retina verändert. Der Bewegungsapparat ist durch Muskeln hergestellt, welche den Augenbulbus bewegen und die Sehrichtung nach dem Willen des Thieres modificiren können. Bei vielen Facettenaugen (Decapoden) wird der gesammte Seitenabschnitt des Kopfes, welchem das Facettenauge angehört, stielförmig vom Mittelabschnitte des Kopfes erhoben, als Stielauge beweglich.

Die bei Fischen und Schizopoden *(Euphausia)* früher als Nebenaugen betrachteten Organe haben sich als Leuchtorgane erwiesen, die besonders bei Thieren, welche in der Tiefe der See leben, eine ansehnlichere Entwicklung erlangen und grössere Bedeutung zu haben scheinen.

Lage und Zahl der Augen variiren namentlich bei den niederen Thieren ausserordentlich. Die paarige Anordnung derselben am Kopfe erscheint bei den höheren Thieren im Allgemeinen als Regel; indessen können auch an peripherischen Körpertheilen Sehorgane vorkommen, wie z. B. bei *Pecten, Spondylus* am Mantelrande und bei gewissen Anneliden an den Tentakeln. Bei den Radiärthieren wiederholen sich die Augen in der Peripherie des Körpers nach der Zahl der Radien. Bei den Seesternen liegen sie am äussersten Ende der Ambulacralrinne an der Spitze der Arme, bei den Acalephen als Randkörper am Scheibenrande.

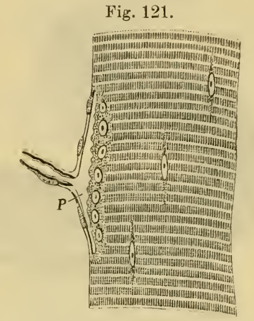
Auch das Unterscheidungsvermögen der Farben ist vielen Thieren zuzuschreiben. Die *Daphniden* zeigen für die gelbgrüne Zone des Sonnenspectrums eine solche Vorliebe, dass sie sich in derselben in grosser Menge anhäufen. Die Bienen geben der blauen Farbe, die Ameisen der rothen den Vorzug und besitzen, wie zahlreiche andere Thiere, für das uns unsichtbare

Ultraviolett Wahrnehmungsvermögen. Indessen spricht sich oft bei Thieren in der Wahl der Farbe auch zugleich die Vorliebe für bestimmte Helligkeitsgrade aus.[1])

Elektrische Organe. Leuchtorgane.

Auch die centrifugal leitenden Nerven zeigen eigenthümliche Endigungen, mittelst welcher die Nervenbewegung auf das peripherische Organ übertragen wird. Unter denselben sind Nervenendigungen an den quergestreiften Muskelfasern am längsten bekannt und zuerst bei den Tardigraden (Doyère) entdeckt worden. In diesem Falle schwillt der Nerv zu einer hügelförmigen Erhebung an, welche im Umkreis des Achsencylinders eine körnige, von Kernen durchsetzte Masse enthält, oder er endet als sogenannte „motorische Endplatte“ verästelt (Fig. 121).

Fig. 121.



Muskelprimitivbündel von *Lacerta* mit Nervenendigung. *P* Nervenendplatte. (Nach Kühne.)

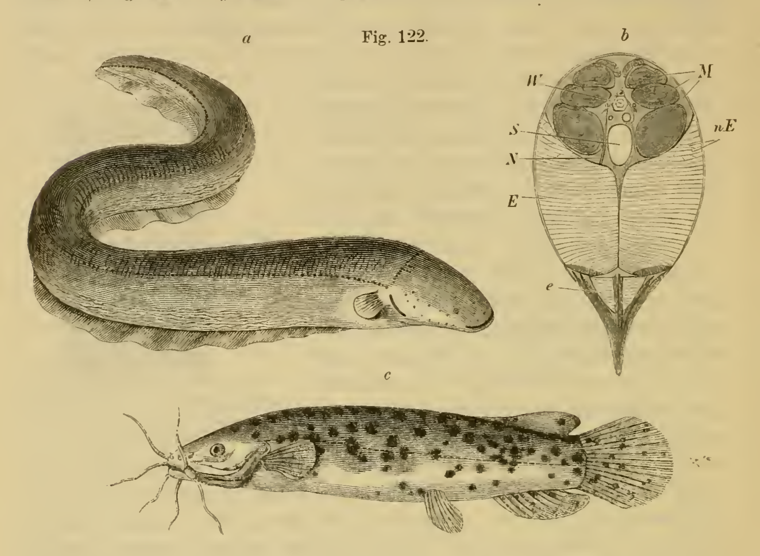
Diesen Endplatten schliessen sich die Nervenendigungen in den *elektrischen Organen* [2]) um so enger an, als die letzteren auf umgewandelte Muskelsubstanz zurückgeführt werden konnten (Babuchin). Es sind nur wenige Fische, welche functionsfähige elektrische Organe besitzen und mit denselben Schläge zu ertheilen vermögen, in erster Linie der Zitteraal, *Gymnotus electricus* (Fig. 122 *a, b*), aus dem Flussgebiete des Orinoco, demselben an elektrischer Kraft nachstehend der mediterrane Zitterrochen, *Torpedo marmorata,* und der afrikanische Zitterwels, *Malopterurus electricus* (Fig. 122 *c*). Indessen wurden ähnlich gebaute Organe, freilich ohne bemerkenswerthe Elektricitätsentwicklung, auch am Schwanze vom *Mormyrus* und *Gymnarchus,* sowie am Schwanze der Rochen gefunden und unrichtigerweise als pseudo-elektrische Organe bezeichnet. Dieselben sind hier wie die vorausgelegenen Myomeren metamer gegliedert und bei *Mormyrus* in eine dorsale und ventrale Reihe abgegrenzt.

---

[1]) J. Lubbock, Ameisen, Bienen und Wespen. Beobachtungen über die Lebensweise der geselligen Hymenopteren. Leipzig 1883. V. Graber, Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Thiere. Prag 1884.

[2]) F. Pacini, Sulla struttura intima dell' Organo elettrico del Gimnoto et di altri Pesci elettrici. Archives des sciences phys. et anat., 1853. Max Schultze, Zur Kenntniss der elektrischen Organe. Halle 1858 und 1859. Babuchin, Uebersicht der neueren Untersuchungen über Entwicklung, Bau und physiologische Verhältnisse der elektrischen und pseudo-elektrischen Organe. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1876. C. Sachs, Untersuchungen am Zitteraal, *Gymnotus electricus.* Nach seinem Tode bearbeitet von E. du Bois-Reymond, Leipzig 1881, mit zwei Abhandlungen von G. Fritsch. G. Fritsch, Die elektrischen Fische etc. I. Malopterurus electricus. Leipzig 1887. II. Die Torpedines. Leipzig 1890.

Ihrer Lage nach zeigen die elektrischen Organe beträchtliche Abweichungen, indem sich dieselben beim Zitterrochen rechts und links zwischen Kiemen und Propterygium ausbreiten (Fig. 123), beim Zitteraal als oberes und unteres Paar der Länge nach an den Seiten des mächtigen Schwanzes erstrecken (Fig. 122 *b*) und beim Zitterwels zwischen Muskeln und Haut eine mehr oberflächliche Lage einnehmen. Dagegen stimmen dieselben im feineren Baue wesentlich überein, indem sie durch ein fibröses Gerüst in regelmässige Fächer, sogenannte „Kästchen" getheilt sind, welche bei reihenweise geschichteter Anordnung das Entstehen prismatischer Säulen veranlassen oder auch alternirend neben- und hintereinander lagern *(Malopterurus)*. Im ersteren Falle erstrecken sich die Säulen entweder längs der Körperachse *(Gymnotus)* und haben somit eine horizontale Lage, im andern sind sie in dorsoventraler Richtung senkrecht gestellt *(Torpedo)*. Während nun das fibröse Bindegewebsgerüst als Träger der ernährenden Blutgefässe und der netzförmig verästelten Nerven erscheint, wird die Füllungsmasse jedes Kästchens aus der elektrischen Platte und aus gallertigem Gewebe gebildet, in welchem jene gewissermassen suspendirt ist. Das letztere dürfte seiner Bedeutung nach am besten mit dem feuchten Leiter in der Volta'schen Säule, die elektrische Platte aber dem Kupfer-Zinkelement derselben vergleichbar sein. Diese stellt im frischen Zustande eine glasartige homogene Scheibe mit



a Gymnotus electricus, nach Sachs. — *b* Querschnitt durch den Schwanz von *Gymnotus*. *E* oberes, *e* unteres elektrisches Organ, *nE* Sachs'sches Säulenbündel, *M* Rumpfmuskel. *W* Wirbel, *S* Schwimmblase, *N* elektrischer Nerv. — *c Malopterurus electricus* nach Cuvier und Valenciennes.

oberflächlichen papillösen Erhebungen dar. Die Substanz der Platte selbst ent-

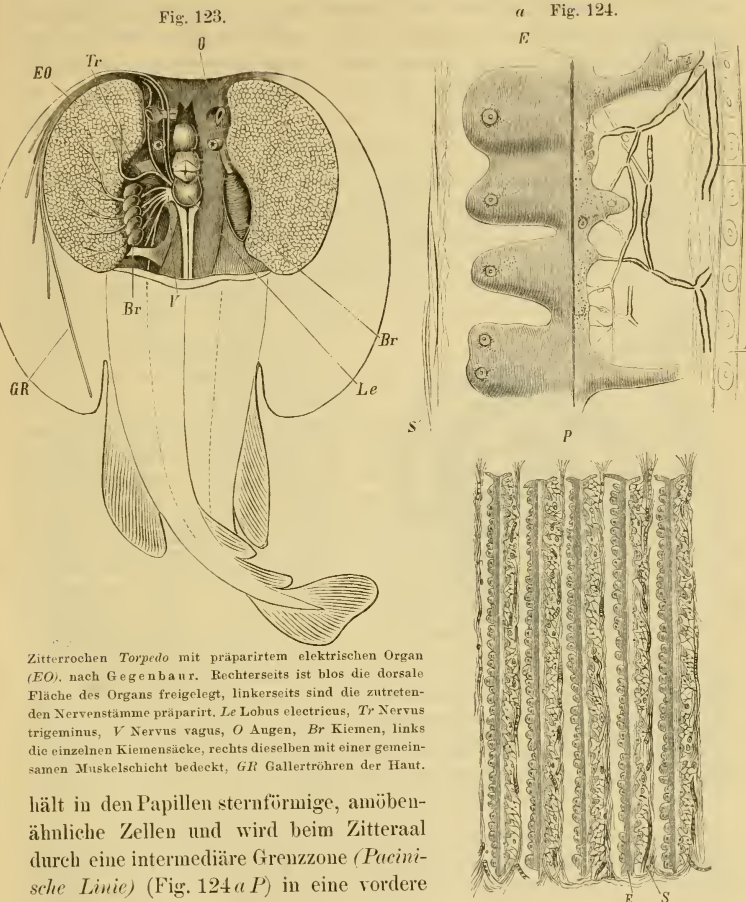


Fig. 123.

Zitterrochen *Torpedo* mit präparirtem elektrischen Organ *(EO)*, nach Gegenbaur. Rechterseits ist blos die dorsale Fläche des Organs freigelegt, linkerseits sind die zutretenden Nervenstämme präparirt. *Le* Lobus electricus, *Tr* Nervus trigeminus, *V* Nervus vagus, *O* Augen, *Br* Kiemen, links die einzelnen Kiemensäcke, rechts dieselben mit einer gemeinsamen Muskelschicht bedeckt, *GR* Gallertröhren der Haut.

Fig. 124.

Längsschnitte durch das elektrische Organ von *Gymnotus*. *a* Schnitt durch ein Kästchen nach einem frischen Präparat, nach Sachs. *S* fibröses Querseptum, *N* Nerven in demselben, *B* Blutgefäss, *E* elektrische Platte mit den Papillen an beiden Flächen und der Nervenendausbreitung an der Hinterfläche, *P* Pacini'sche Linie — *b* Schnitt durch eine Reihe aufeinanderfolgender Kästchen einer Säule, schwächer vergrössert, nach Fritsch.

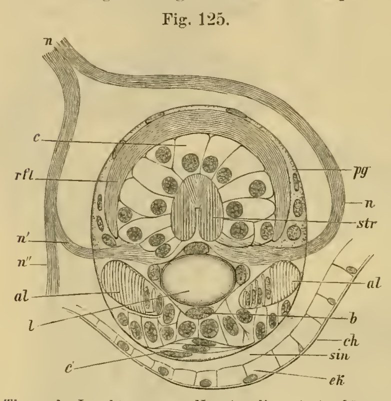
hält in den Papillen sternförmige, amöbenähnliche Zellen und wird beim Zitteraal durch eine intermediäre Grenzzone *(Pacinische Linie)* (Fig. 124 *a P*) in eine vordere und eine hintere, in die hinteren Papillen übergehende *„Nervenschicht"* getrennt, an welcher die von der Scheidewand übertretenden Nerven mittelst hügelförmiger Ausbreitung in ganz ähnlicher Weise wie die motorischen Endplatten an dem quergestreiften Muskel enden (Fig. 124 *a*). In der elektrischen Platte entwickelt sich in Folge der Erregung vom Nerven aus Elektricität in der Weise, dass stets die Seite

der Platte, an welcher die Endausbreitung des Nerven stattfindet, elektronegativ, die entgegengesetzte freie elektro-positiv wird. Da die Platten in sämmtlichen Kästchen gleichgerichtet sind, summirt sich der Effect an den Polen der Säulen zu einer beträchtlichen elektrischen Spannung, die im Momente der Berührung beider Pole zur Ausgleichung kommt.

Leuchtorgane.[1])

Viele Thiere haben das Vermögen, Licht auszustrahlen. Offenbar sind es Vorgänge des Stoffwechsels, welche die Erregung von Aetherschwingungen veranlassen. Entweder betrifft bei einzelnen Protozoen die Lichterscheinung den gesammten Protoplasmaleib, wie bei *Noctiluca miliaris* und *Pyrocystis noctiluca*, welche durch ihr massenhaftes Auftreten an der Meeresoberfläche das Meerleuchten hervorrufen, oder es sind bestimmte mit Nerven verbundene drüsige Organe, sog. Leuchtorgane, von denen die Lichterscheinung ausgeht. Aus den Drüsenzellen der Haut werden bei vielen Anneliden *(Polynoë, Chaetopterus, Lumbricus phosphoreus)* und auch bei einzelnen Weichthieren *(Phyllirhoë bucephalum* [2]) Absonderungsproducte ausgeschieden, die den Leuchtstoff darstellen. Bei den leuchtenden Medusen und Coelenteraten scheint es das Epithel vornehmlich der äusseren Körperfläche zu sein, von welchem die Lichterscheinung ausgeht.

Fig. 125.



Thoracales Leuchtorgan von *Nematoscelis rostrata*. Längsschnitt durch die Hauptachse, nach Chun (Deutung etwas verändert). *n n'* Nerven, *Pg* Pigmentschicht, *rfl* Reflector, *c* Leuchtzellen, *str* Leuchtendes Stäbchenbündel, *l* Linse, *al* Lichtreflectirende Lamellen im Umkreis derselben, *b* Kerne der Linsenkapsel, *c'* Vordere Leuchtzellen, *sin* Blutsinus, *ek* Hypodermiszellen, *ch* Cuticula.

Unter den landlebenden Arthropoden kommen Leuchtorgane bei einzelnen Myriapoden *(Geophilus electricus)* und Käfern *(Lampyris* und *Pyrophorus)* vor, welche zur Zeit der Dämmerung aus ihren Verstecken hervor-

[1]) C. G. Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres etc. Abh. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1834. Panceri, La luce e gli organi luminosi di alcuni annelidi. Atte dell. R. Acad. sc. Napoli 1875. Max Schultze, Zur Kenntniss des Leuchtorganes von Lampyris splendidula. Arch. für mikroskop. Anatomie, 1865. C. Chun, Leuchtorgan und Facettenauge. Biolog. Centralblatt, 1893, Nr. 17 u. 18. F. Leydig, Die angenähnlichen Organe der Fische. Bonn 1881. R. Lendenfeld, Report on the Structure of the Phosphorent Organs of Fishes. The Voyage H. M. S. Challenger. Deepsea-Fishes.

[2]) Nach Panceri soll bei *Phyllirhoë* der Sitz des Leuchtvermögens in peripherischen Ganglienzellen liegen, es handelt sich jedoch auch hier, wie ich mich überzeugen konnte, um durch Poren ausmündende Drüsenzellen, welche mit Nerven in Verbindung stehen.

kommen. Die Leuchtorgane von *Lampyris* liegen an der Bauchseite in mehreren Hinterleibssegmenten und strahlen vornehmlich bei dem larvenförmigen, als Glühwurm bekannten Weibchen ein intensives Licht aus. Unter den Crustaceen ist es die Euphausidengruppe der Schizopoden, welche durch das Leuchtvermögen complicirt gebauter Organe, die man früher für accessorische Augen hielt, das Interesse in hohem Grade verdient, zumal diese im Stielauge, sowie an den Seiten zweier Thoracalgliedmassen und zwischen den Abdominalfüssen gelegenen Leuchtkörper mit der Gestaltung der Facettenaugen und dem Leben in der Tiefe des Meeres *(Stylocheiron)* im engen Zusammenhange stehen (Fig. 125). Aehnliche Leuchtorgane finden sich auch unterhalb der Augen in der Wangengegend und reihenweise gestellt, sowie an der Bauchfläche und an den Seiten des Körpers zahlreicher Fische, welche im Dunkeln, beziehungsweise in der Tiefe des Meeres leben *(Argyropelecus, Sternoptyx, Scopelus, Halosaurus* etc.).

Psychisches[1]) Leben und Instinct.

Die höheren Thiere werden sich nicht nur der Einheit ihres Organismus in dem Gefühle von Behagen und Unbehagen, Lust und Schmerz bewusst, sondern besitzen auch die Fähigkeit, von den durch die Sinne vermittelten Eindrücken der Aussenwelt Residuen zu bewahren und mit gleichzeitig empfundenen Zuständen ihres körperlichen Befindens zu verknüpfen. Auf welche Art die Irritabilität niederer einzelliger Organismen durch allmälige Uebergänge und Zwischenstufen zu der ersten Regung von Empfindung und Bewusstsein führt, liegt uns ebenso vollständig wie Natur und Wesen dieser von materiellen Bewegungen des Stoffes abhängigen, aber nicht aus denselben erklärbaren *psychischen* Vorgänge verschlossen. Wohl aber dürfen wir mit einiger Berechtigung annehmen, dass für den Eintritt innerer Zustände, welche mit dem an unserem eigenen Organismus erfahrenen, als Bewusstsein bezeichneten Zustande einen Vergleich gestatten, das Vorhandensein eines complicirten Nervenapparates erforderlich ist. Mit den Sinnesorganen und dem Vermögen derselben, Eindrücke bestimmter Qualität von äusseren, als Reiz wirkenden Ursachen aufzunehmen, mit der Fähigkeit, Residuen des Wahrgenommenen im Gedächtnisse zu bewahren und als Vorstellungen mit gleichzeitig empfundenen und ebenfalls in der Erinnerung reproducirten körperlichen Gefühlszuständen zu Urtheilen und Schlüssen zu verbinden, besitzen die Thiere im Wesentlichen alle Grundbedingungen zu den Vorgängen der Intelligenz, wie sie andererseits auch fast alle Formen von Gemüthszuständen der menschlichen Seele zur Erscheinung bringen.

Neben bewussten, aus Erfahrung und intellectueller Thätigkeit entsprungenen Willensäusserungen werden aber die Handlungen der Thiere in

[1]) W. Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele. 2. Auflage. Hamburg und Leipzig 1892. G. J. Romanes, Geistige Entwicklung im Thierreich. Leipzig 1893. Derselbe, Die geistige Entwicklung beim Menschen. Leipzig 1893.

umfassendem Masse durch innere Triebe bestimmt, welche unabhängig vom Bewusstsein wirken und zu zahlreichen, oft höchst complicirten, dem Organismus *nützlichen* Handlungen Anlass geben. Man nennt solche, die Erhaltung des Individuums und der Art fördernde Triebe *Instincte* [1]) und stellt dieselben gewöhnlich als dem Thiere eigenthümlich der bewussten Vernunft des Menschen gegenüber. Wie diese aber nur als höhere Potenz vom Verstand und Intellect, nicht aber als etwas von letzterem qualitativ Verschiedenes betrachtet werden kann, so zeigt die nähere Betrachtung, dass auch Instinct und bewusster Verstand nicht im absoluten Gegensatze, vielmehr in vielseitiger Beziehung stehen und nicht scharf von einander abzugrenzen sind. Denn wenn man auch dem Begriffe nach das Wesen des Instinctes in dem *Unbewussten* und in dem *Angeborensein* erkennt, so ergibt sich doch, dass erfahrungsgemäss mittelst bewusster Intelligenz erworbene Fertigkeiten zu instinctiven, unbewusst sich vollziehenden Vorgängen werden, und dass im Anschluss an die durch den Zusammenhang der Naturerscheinungen überaus wahrscheinlich gemachte Descendenzlehre die Instincte sich aus kleinen Anfängen entwickelt haben und nur unter Mitwirkung einer, wenn auch beschränkten intellectuellen Thätigkeit zu so hohen und complicirten Formen entwickeln konnten, welche wir an vielen höher organisirten Thieren *(Hymenopteren)* bewundern. Man kann demgemäss mit vollem Rechte den Instinct als einen mit der Organisation ererbten, unbewusst wirkenden Mechanismus definiren, welcher als Reaction auf einen äusseren oder inneren Reiz sich in bestimmter Form gewissermassen abspielt und eine scheinbar zielbewusste, zweckmässige Verrichtung des Organismus zur Folge hat. Doch wird man nicht ausser Acht lassen dürfen, dass auch die intellectuellen Thätigkeiten auf mechanischen Vorgängen beruhen und geradezu Bedingung sind, um aus einfachen höhere und verwickeltere Instincte entstehen zu lassen.

Als Ergebniss theils instinctiver, theils intellectueller Vorgänge erklärt sich die bei höheren Thieren so häufig vorkommende Erscheinung des Zusammenlebens in Gesellschaften [2]), die Association zahlreicher Individuen zu einfachen oder durch Arbeitstheilung reich gegliederten Vereinen, sogenannten Thierstaaten (Ameisen, Wespen, Bienen, Termiten). Wie bei den durch Continuität des Leibes verbundenen Lebensformen der sogenannten Thierstöcke erscheint auch hier das Zusammenwirken ein sich gegenseitig förderndes, beziehungsweise bedingendes. Der Vortheil, welcher durch die wechselseitige Dienstleistung gewonnen wird, bezieht sich nicht nur auf eine

[1]) Vergl. H. S. Reimarus, Allgemeine Betrachtungen über die Triebe der Thiere. Hamburg 1773. P. Flourens, De l'instinct et de l'intelligence des animaux. Paris 1851.

[2]) Ganz verschieden und lediglich durch Wachsthumsvorgänge bedingt ist die Entstehung der sogenannten Thierstöcke bei niederen Thieren mit unvollkommener oder beschränkter Individualität, wenngleich der durch die Vereinigung erreichte Vortheil für die Erhaltung der Art ein ähnlicher ist. Vergl. die Thierstöcke der Vorticellinen, Polypen und Siphonophoren, der Bryozoen und Tunicaten.

leichtere Ernährung und Vertheidigung, somit auf die Erhaltung des Individuums, sondern in erster Linie auf die Erhaltung der Nachkommenschaft, also auf den Schutz der Art. Daher sind auch die einfachsten und häufigsten Associationen, aus denen die complicirten, durch Arbeitstheilung gegliederten Gesellschaften abzuleiten sind, Vereine beiderlei Geschlechtsthiere derselben Art.

Geschlechtsorgane und Fortpflanzung.

Die Neubildung von Organismen könnte eine spontane sein, eine *Urzeugung (Generatio aequivoca)*, welche in früheren Zeiten nicht nur für die einfachen und niederen, sondern selbst für complicirtere und höhere Organismen angenommen wurde. Aristoteles liess Frösche und Aale aus dem Schlamme entstehen, und allgemein wurde bis auf Redi das Auftreten der Maden an faulendem Fleische als Urzeugung erklärt. Mit dem Fortschritt der Wissenschaft zogen sich jedoch die Grenzen für die Annahme derselben immer enger, so dass man bald nur noch die Entozoen und Infusionsthierchen auf diesem Wege entstanden glaubte. Doch auch diese Organismen wurden durch die Forschung der letzten Decennien dem Gebiete der Generatio aequivoca fast gänzlich entzogen, so dass schliesslich nur die niedersten Organismen faulender Infusionen in Betracht kommen konnten. Aber auch für diese hat seit Pasteur's [1]) wichtigen Forschungen die Urzeugung jeden Boden verloren.

Der Urzeugung steht die *elterliche Zeugung* oder *Fortpflanzung* gegenüber. Dieselbe ist im Grunde nichts Anderes als ein Wachsthum des Organismus über die Sphäre seiner Individualität hinaus und lässt sich auch überall auf Absonderung eines körperlichen Theiles, welcher sich zu einem dem elterlichen Körper ähnlichen Individuum gestaltet, zurückführen. Indessen ist die Art und Weise dieser Neubildung ausserordentlich verschieden und lässt verschiedene Formen der Fortpflanzung als *Theilung, Sprossung monogene* oder *ungeschlechtliche (Sporenbildung)* und als *digene* oder *geschlechtliche Fortpflanzung* unterscheiden. [2])

Die *Theilung,* welche zugleich mit der Sprossung und Sporenbildung als *monogene (ungeschlechtliche) Fortpflanzung* zu bezeichnen ist, findet sich bei den niedersten Thieren verbreitet, sowohl bei den Protozoen als auch bei den tiefer stehenden Metazoen mit noch wenig differenzirten Geweben, wie sie denn auch die Fortpflanzungsform der Zelle ist. Bei derselben entstehen aus einem ursprünglich einheitlichen Organismus durch eine immer tiefer greifende und zur Trennung führende Einschnürung des Gesammtleibes zwei in der Regel gleichwerthige Individuen, in deren Leben sich

---

[1]) Vergl. insbesondere Pasteur, Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. Ann. des sc. nat. 1861, ferner Expériences relatives aux générations dites spontanées. Compt. rend. de l'Acad. des sciences, tome 50.

[2]) Vergl. R. Leuckart's Artikel: „Zeugung" in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.

das des Mutterthieres fortsetzt. Bleibt die Theilung unvollständig, ohne dass die Theilstücke zur völligen Sonderung gelangen, so sind die Bedingungen zur Entstehung eines Thierstockes gegeben, der bei fortgesetzter unvollständiger Theilung der neugebildeten Individuen an Umfang und Individuenzahl zunimmt *(Vorticellinen, Polypenstöcke).* Die Theilung kann in verschiedenen Richtungen longitudinal, transversal oder diagonal erfolgen.

Die *Sprossung* oder *Knospung* unterscheidet sich von der Theilung durch ein vorausgegangenes ungleichmässiges und einseitiges Wachsthum des Körpers, durch die Entstehung eines Abschnittes, welcher sich zu einem neuen Individuum ausbildet und durch Abschnürung und Theilung als Tochterthier zur Selbstständigkeit gelangt. Unterbleibt die Sonderung der neu gebildeten Knospe, so ist in gleicher Weise die Bedingung zur Entstehung eines Thierstockes gegeben. Bald erfolgt die Knospung an verschiedenen Stellen der äusseren Körperfläche unregelmässig oder nach bestimmten Gesetzen *(Ascidien, Polypenstöcke),* bald auf einen bestimmten, als Keimstock gesonderten Körpertheil localisirt *(Stolo prolifer* der *Salpen).* Die Anlage des knospenden Keimes wiederholt die verschiedenen als Keimblätter unterschiedenen Zellenlagen, aus denen sich später die Organe differenziren.

Die Bildung von Sporen oder Keimzellen charakterisirt sich als eine Absonderung von Zellen im Innern des Organismus, welche sich vor oder nach Austritt aus demselben zu neuen Individuen entwickeln. Indessen nur bei den einzelligen Protozoen *(Gregarinen)* dürfte dieser dem Pflanzenreich entlehnte Begriff von Spore aufrecht zu erhalten sein. Die Fälle von sogenannter Sporenerzeugung im Bereiche der Metazoen (Keimschläuche der Trematoden) fallen wahrscheinlich mit der Eibildung zusammen und dürften auf frühzeitige Reife und spontane Entwicklung von Eizellen (Parthenogenese, Paedogenese) zurückzuführen sein.

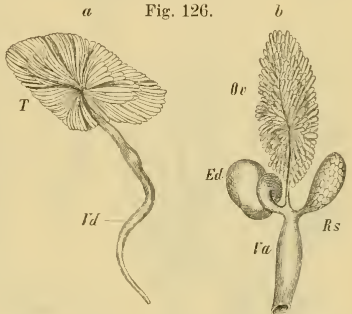
Die *digene* oder *geschlechtliche Fortpflanzung* beruht auf der Erzeugung von zweierlei verschiedenen Keimzellen, deren Vereinigung zur Entwicklung eines neuen Organismus nothwendig ist. Die eine Form von Keimzellen stellt sich als Zelle dar, welche zugleich das Material zur Bildung des neuen Individuums enthält, und heisst *Eizelle* (meist schlechthin *Ei*). Die zweite Form, die *Samenzelle,* ist, wie man sich ausdrückt, das befruchtende Element. Die Zellenlager, aus denen Eier und Sperma ihre Entstehung nehmen, werden entsprechend den als Sexualzellen bezeichneten beiden Formen von Keimzellen *Geschlechtsorgane* genannt, und zwar die Eier erzeugenden *weibliche* und die Samen erzeugenden *männliche* Geschlechtsorgane. Das *Ei* ist das *weibliche,* das *Sperma* das *männliche* Product.

Die digene Fortpflanzung, welche für sämmtliche Metazoen Geltung hat, ist ohne Zweifel auf die Protozoen und Protophyten zurückzuverfolgen. Wahrscheinlich ist der Conjugationsvorgang zweier scheinbar gleicher Zellen, wie er schon bei den Conjugaten unter den Algen vorkommt, die Ausgangsform der digenen Fortpflanzung, und Eizelle und Spermazelle sind als ungleich

gewordene Formen von Keimzellen zu betrachten. Eine Conjugation differenter Keimzellen ist schon bei niederen Pflanzen sehr verbreitet und insbesondere auch bei den Flagellatencolonien der *Volrocinen* beobachtet worden. Hier entwickeln sich z. B. bei *Volvox* einzelne der Zellindividuen zu Fortpflanzungszellen, welche, aus dem Verbande der übrigen gelöst, in den Innenraum der Kugel gelangen und zu Eizellen, beziehungsweise bei fortgesetzter Theilung zu Ballen von Samenzellen oder Spermatozoen werden. Dem entsprechend dürfte bei den Metazoen die Absonderung der Geschlechtszellen sehr frühzeitig bei noch gleichartiger Gestaltung aller übrigen Zellen erfolgt sein und der ersten Arbeitstheilung des Zellenmaterials entsprochen haben, welches sich später, nachdem phylogenetisch die digene Zeugung bereits zur Erscheinung getreten war, in Schichten sonderte.

Der Bau der Geschlechtsorgane zeigt ausserordentlich verschiedene Verhältnisse und zahlreiche Stufen fortschreitender Complication. Im einfachsten Falle reduciren sich dieselben auf Anhäufungen von Sexualzellen, welche in der zelligen Leibeswand auftreten und schon in dieser primitiven Form als Hoden und Ovarien bezeichnet werden. Die zellige Leibeswand erscheint an bestimmten Stellen als Keimstätte für Samen- und Eizellen (Coelenteraten), und zwar ist es bald das Ektoderm, bald das Entoderm, aus welchem dieselben hervorgehen und zu subepithelialen Lagern sich gestalten (Fig. 31). Aehnliches gilt auch für die marinen Polychaeten und Bryozoen, in deren Leibeshöhlenepithel die Samen- und Eizellen entstehen, welche nach Erlangung der Reife in die Leibeshöhle fallen. Meist gewinnen jedoch Ovarien und Hoden, dem Bedürfnisse einer grösseren Flächenentwicklung gemäss, den Bau von Drüsen mit Ausführungsgängen, ohne dass noch weitere sexuelle Leistungen zu der Absonderung der beiderlei Zeugungsstoffe hinzukommen (Echinodermen). Auf einer höheren Stufe aber gesellen sich zu den Eier- und Samen-bereitenden Drüsen complicirtere Leitungsapparate, welche bestimmte Arbeiten für die weitere Gestaltung der abgesonderten Sexualproducte und für die Begegnung beider Zeugungsstoffe übernehmen (Fig. 126). Zu den *Ovarien* kommen *Eileiter, Oviducte,* entweder als mit jenen in directem Zusammenhange stehende Ausführungsgänge oder als selbstständige aus fremden, ursprünglich ganz anderen Functionen dienenden Canälen (Segmentalorganen) hervorgegangene Leitungswege. In den Verlauf derselben sind häufig Drüsen mancherlei Art angefügt, welche als *Dotterstöcke* der Eizelle Dottermaterial zuführen oder

Fig. 126.



Geschlechtsorgane eines Heteropoden *(Pterotrachea)*, nach R. Leuckart. *a* des Männchens, *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, — *b* des Weibchens. *Ov* Ovarium, *Ed* Eiweissdrüse, *Rs* Receptaculum seminis, *Va* Vagina.

dieselbe in Eiweiss einhüllen oder den Stoff zur Bildung einer derben Eischale *(Chorion)* liefern. Freilich können diese Functionen auch der Ovarialröhre übertragen sein (Insecten), so dass das in den Eileiter eintretende Ei bereits seinen accessorischen Dotter aufgenommen und eine feste Eischale erhalten hat. Immerhin besorgen die Leitungswege auch dann noch verschiedene Arbeiten und gliedern sich dementsprechend in mehrfache Abschnitte; oft erweitern sich dieselben während ihres Verlaufes zu einem Reservoir zur Aufbewahrung der Eier *(Eierbehälter)* oder der sich entwickelten Embryonen *(Fruchtbehälter, Uterus)*, während ihr Endabschnitt zur Befruchtung bezugnehmende Differenzirungen bietet *(Receptaculum seminis, Scheide, Begattungstasche, äussere Geschlechtstheile)*. Die Ausführungsgänge der Hoden, *Samenleiter (Vasa deferentia)* bilden gleichfalls häufig Reservoirs *(Samenblasen)* und nehmen Drüsen *(Prostata)* auf, deren Secret sich dem Sperma beimischt oder um die Samenballen festere Hüllen *(Spermatophoren)* bildet. Der Endabschnitt des Samenleiters gestaltet sich durch die kräftige Muskulatur zu einem *Ductus ejaculatorius*, welchem sich in der Regel äussere Copulationsorgane zur geeigneten Uebertragung der Samenflüssigkeit in die weiblichen Geschlechtsorgane hinzugesellen (Fig. 127).

Fig. 127.

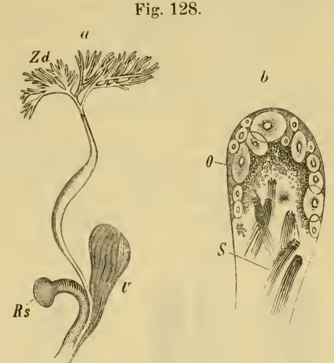


a Die weiblichen Geschlechtsorgane von *Pulex*, nach Stein. *Ov* Eiröhren, *Rs* Receptaculum seminis, *V* Vagina, *Gl* Anhangsdrüse. — *b* die männlichen Geschlechtsorgane einer Wasserwanze *(Nepa)*, nach Stein. *T* Hoden, *Vd* Vasa deferentia, *Gl* Anhangsdrüsen, *D* Ductus ejaculatorius.

Hermaphroditismus. Die einfachste und ursprünglichste Form des Auftretens von Geschlechtsorganen ist die *hermaphroditische.* Eier und Samen werden in dem Körper ein und desselben Individuums *(Hermaphrodit, Zwitter)* erzeugt, welches in sich alle Bedingungen zur Arterhaltung vereinigt und für sich allein die Art repräsentirt. Wir finden den Hermaphroditismus in allen Thierkreisen, besonders aber in den niederen, und zwar erscheinen vorzugsweise langsam bewegliche (Land-, sowie kriechende Wasserschnecken, Opisthobranchien, Turbellarien, Hirudineen, Oligochaeten) oder vereinzelt auftretende Parasiten (Cestoden, Trematoden) oder festgeheftete, der freien Ortsveränderung entbehrende Thiere (Austern, Cirripedien, Bryozoen. Ascidien) hermaphroditisch. Das gegenseitige Verhältniss der männlichen und weiblichen, in demselben Individuum vereinigten Geschlechtsorgane zeigt

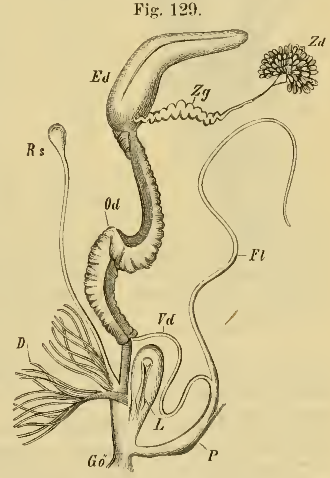
mehrfache Verschiedenheiten, welche gewissermassen stufenweise der Trennung der Geschlechter allmälig näher führen. Im einfachsten Falle liegen die Keimstätten der beiderlei Geschlechtsproducte räumlich nahe bei einander, so dass sich Samen und Eier im Leibe des hermaphroditischen Mutterthieres direct begegnen (Ctenophoren, *Chrysaora*). Beiderlei Zeugungsstoffe entstehen hier in begrenzten Zellenlagern unterhalb der Entodermbekleidung des Gastrovascularraumes und lassen sich auf Wucherungen des Entoderms zurückführen. Auf einer höheren Stufe sind Ovarien und Hoden noch als *Zwitterdrüse* vereinigt *(Synapta,* Pteropoden, Opisthobranchien, Pulmonaten*)*. Bei den thecosomen Pteropoden ist noch ein gemeinsamer Ausführungscanal vorhanden (Fig. 128), aus dem sich aber schon bei vielen Opisthobranchiern und den Pulmonaten *(Helix)* Samenleiter und Oviduct in verschiedener Weise sondern, jedoch noch mit gemeinsamer Geschlechtskloake ausmünden (Fig. 129). In anderen Fällen trennen sich Hoden und Ovarien auch als gesonderte Drüsen und erhalten vollständig getrennte Ausführungsgänge. Auch dann kann die Geschlechtsöffnung noch eine gemeinsame Kloake sein (Cestoden, Trematoden, Rhabdocoelen, monogonopore Dendrocoelen) (Fig. 130), oder es liegen beide Oeffnungen von einander getrennt (digonopore Dendrocoelen, Hirudineen, Oligochaeten) (Fig. 131). Bei allen diesen Modificationen erscheint die Kreuzung zweier hermaphroditischer Individuen, welche sich zuweilen gleichzeitig befruchten (Wechselkreuzung), als Regel, während allerdings ganz vereinzelte Beispiele vorkommen mögen, in denen Zwitter zur Erzeugung von Nachkommen sich selbst genügen. Jedenfalls erscheint dieser Fall bei den Hermaphroditen als

Fig. 128.



Geschlechtsorgane von *Cymbulia* (Pteropode), nach Gegenbaur. *a* *Zd* Zwitterdrüse mit gemeinsamem Ausführungsgang, *Rs* Samenbehälter, *U* Eierbehälter. — *b* Ein Acinus der Zwitterdrüse derselben. *O* Eier, *S* Samenfäden.

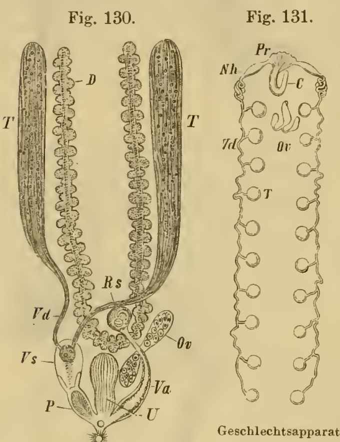
Fig. 129.



Geschlechtsorgane der Weinbergschnecke *(Helix pomatia)*. *Zd* Zwitterdrüse, *Zg* der Ausführungsgang derselben, *Ed* Eiweissdrüse, *Od* Eiergang und Samenrinne, *Vd* Samenleiter, *P* vorstülpbarer Penis, *Fl* Flagellum, *Rs* Receptaculum seminis, *L* Liebespfeil im Pfeilsack, *D* fingerförmige Drüse an dem letzteren, *Gö* gemeinsame Genitalöffnung.

Ausnahme, und selbst bei unvollkommener Sonderung von Hoden und Ovarien macht die *zeitliche Trennung der männlichen und weiblichen Reife* eine Kreuzung zweier Individuen erforderlich (Gastropoden).

Physiologisch führt ein solches Verhältniss des Hermaphroditismus bereits zur Trennung der Geschlechter und geht morphologisch bei einseitiger Ausbildung der einen Art von Geschlechtsorganen unter gleichzeitiger Verkümmerung der anderen in dieselbe über *(Distomum filicolle, Bilharzia haematobia)*. In solchen Fällen bleiben nicht selten Spuren einer hermaphroditischen Anlage zurück, wie solche auch an den Ausführungsgängen der Geschlechtsorgane der Vertebraten nachweisbar sind. Bei den Amphibien und höheren Vertebraten finden sich männliche und weibliche Leitungswege, welche sich secundär aus dem Urnierengange entwickeln, in jedem Individuum. Der Oviduct (Müller'sche Gang) bildet sich beim Männchen bis auf schwache Reste zurück, während umgekehrt der Samenleiter (Wolff'scher Gang) im weiblichen Geschlecht verkümmert oder wie bei den Amphibien als Leitungsgang zur Ausführung des Harnsecretes Verwendung findet (Fig. 132 *a, b*).



Geschlechtsapparat von *Vortex viridis*, nach M. Schultze. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Vs* Samenblase, *P* vorstülpbarer Penis, *Ov* Ovarium, *Va* Vagina, *U* Uterus, *D* Dotterstöcke, *Rs* Receptaculum seminis.

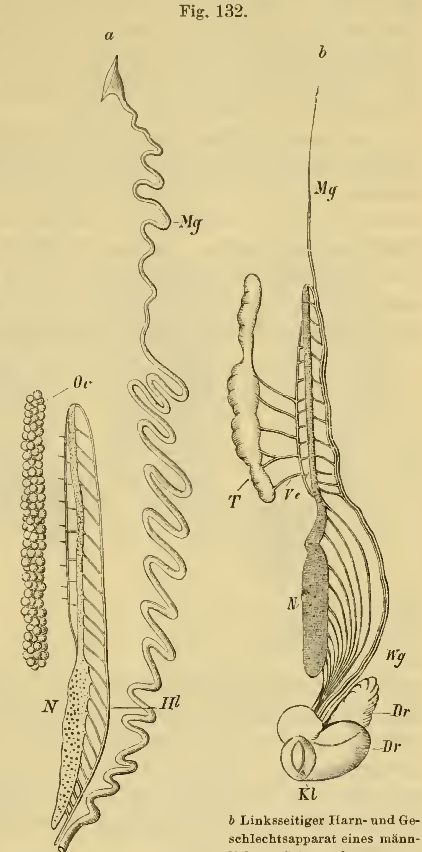
Geschlechtsapparat des Blutegels. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Nh* Nebenhoden, *Pr* Prostata, *C* Cirrus, *Ov* Ovarien nebst Scheide und weiblicher Genitalöffnung.

Trennung der Geschlechter. Mit der Sonderung der männlichen und weiblichen Geschlechtstheile auf verschiedene Individuen ist die vollkommenste Form der geschlechtlichen Fortpflanzung auf dem Wege der Arbeitstheilung erreicht, aber gleichzeitig auch ein fortschreitender Dimorphismus der Männchen und Weibchen vorbereitet, da die Organisation der Geschlechtsthiere von den abweichenden Geschlechtsfunctionen mehr und mehr beeinflusst und mit der höheren Ausbildung des Geschlechtslebens zur Ausführung besonderer, an Ei- oder Samenerzeugung gebundener Nebenleistungen umgestaltet wird.

In erster Linie ist die complicirtere Gliederung beiderlei Leitungswege, sowie die derselben entsprechende Arbeitstheilung der Functionen für die Ausbildung accessorischer Geschlechtscharaktere und des Sexualdimorphismus von Bedeutung. Das bei der Begattung den Samen aufnehmende Weibchen verhält sich in der Regel mehr passiv als der leidende Theil, der auch das Bildungsmaterial der Nachkommenschaft in sich birgt und demgemäss Sorge trägt für die Entwicklung der befruchteten Eier und für das weitere Schicksal

der in's Leben getretenen Brut. Daher der durchschnittlich schwerfälligere Körper des Weibchens, sowie die verschiedenen Einrichtungen in demselben zum Schutze und zur Ernährung der Brut, welche sich aus den abgesetzten, häufig am mütterlichen Körper mit umhergetragenen Eiern entwickelt oder im Innern des Mutterleibes zur Entwicklung gelangt und lebendig geboren wird. Die eigenthümlichen Verrichtungen des Männchens beziehen sich zunächst auf die Aufsuchung, Anregung und Bewältigung des Weibchens zur Begattung, daher im Durchschnitt die grössere Kraft und Beweglichkeit des Körpers, die höhere Entwicklung der Sinne, der Besitz von mancherlei Reizmitteln, als lebhaftere Färbung, lautere und reichere Stimme, endlich von Haft- und Klammerwerkzeugen, sowie von äusseren Copulationsorganen (Fig. 133 *a, b*).

Fig. 132.



a Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines weiblichen Salamanders ohne den Kloakentheil. *Ov* Ovarium, *N* Niere, *Hl* der dem Wolff'schen Gang entsprechende Harnleiter, *Mg* der als Oviduct ausgebildete Müller'sche Gang.

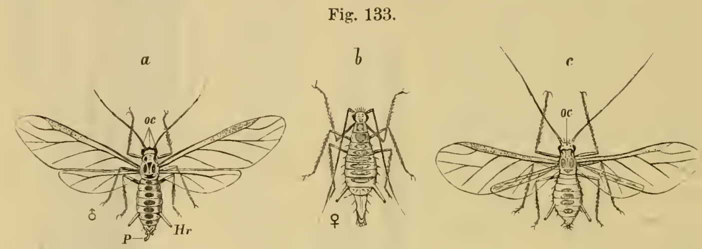
b Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines männlichen Salamanders, mehr schematisch. *T* Hoden, *Ve* Vasa efferentia, *N* Niere mit den austretenden Sammelröhrchen, *Mg* Müller'scher Gang, *Wg* Wolff'scher Gang oder Samenleiter, *Kl* Kloake mit den Nebendrüsen *Dr* der linken Seite.

Die sexuellen Gegensätze sind bei den höheren Thieren so bedeutend, dass man die Ansicht begründen zu können glaubte, das Geschlecht wirke durch das ganze Wesen des Individuums und habe seinen Sitz in jedem Theile desselben, der entweder männlich oder weiblich sei *(Steenstrup)*. Die Consequenz einer solchen Anschauung führte dazu, das Vorkommen des Hermaphroditismus überhaupt zu leugnen, denselben für unmöglich zu halten. Wenn auch diese extreme Ansicht von Niemandem mehr getheilt wird, so gibt es doch noch Forscher, welche die Trennung der Geschlechter als die ursprüngliche Form der geschlechtlichen Fortpflanzung betrachten und den

Hermaphroditismus auf secundär entstandene Ausnahmsfälle zurückzuführen suchen (Fr. Müller). Die Unrichtigkeit auch dieser Auffassung[1]) ergibt sich nicht nur aus dem ganzen Zusammenhange der Erscheinungen, sondern auch aus der Thatsache, dass die Richtungen, nach welchen beide Geschlechter divergiren, sehr verschieden sein können und in einzelnen Fällen für beide Geschlechter die volle Umkehrung in den Nebenfunctionen des Sexuallebens zur Erscheinung kommt.

In Ausnahmsfällen können auch vom Männchen Functionen übernommen werden, welche sich auf Brutpflege und Erhaltung der Nachkommenschaft beziehen, wie z. B. bei der Geburtshelferkröte *(Alytes)* und den Lophobranchiern. Auch betheiligen sich die Männchen der Vögel oft neben dem Weibchen am Nestbau, an dem Auffüttern und Beschützen der Jungen. Dass Bruträume oder Nester lediglich vom männlichen Thiere hergestellt und, wie bei dem Stichling *(Gasterosteus)* und einzelnen Vögeln *(Coturnix-* und *Phalaropus*-Arten, sowie bei *Rhynchaea capensis* und *australis),* der

Fig. 133.



Männchen von *Aphis platanoides. Oc* Ocellen, *Hr* Honigröhrchen, *P* Begattungsorgan.

Flügelloses ovipares Weibchen desselben.

Vivipares Weibchen (sogenannte Amme) von *Aphis platanoides. Oc* Ocellen.

Schutz und die Vertheidigung der Brut ausschliesslich dem Männchen zufällt, ist wiederum eine seltene Ausnahme, die aber um so nachdrücklicher dafür Zeugniss ablegt, dass die sexuellen Abweichungen sowohl in der Formgestaltung, wie in den besonderen Leistungen nicht auf einem ursprünglich gegebenen Gegensatze der beiden Geschlechter beruhen, sondern erst in Folge theils sexueller Züchtung, theils von Anpassung durch Zuchtwahl überhaupt *erworben* sind.

Im Extrem kann der Geschlechtsdimorphismus zu einer derartigen Divergenz der beiderlei Geschlechtsthiere führen, dass man dieselben bei Unkenntniss ihrer Entwicklung und sexuellen Beziehungen in verschiedene Gattungen und Familien stellen würde. Solche Extreme treten bei *Rotiferen* und bei parasitischen *Copepoden (Chondracanthus, Lernaeopoden, Lernaea)*

---

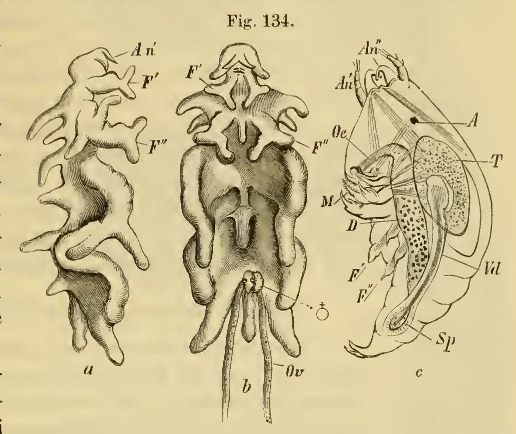
[1]) Hiermit soll natürlich nicht ausgesprochen sein, dass es nicht auch secundäre, erst wieder von getrennt geschlechtlichen Thieren aus entstandene Formen von Hermaphroditismus gibt, wie dies in der That für die Rankenfüssler (Cirripedien) wahrscheinlich gemacht wurde.

auf (Fig. 134 *a, b, c*) und sind als Züchtungsresultat der parasitischen Lebensweise zu erklären.

Die Verschiedenheit der beiden die Art repräsentirenden und erhaltenden Individuengruppen, deren Begattung und gegenseitige Einwirkung man lange Zeit kannte, bevor man sich über das Wesen der Fortpflanzung Rechenschaft zu geben im Stande war, hat zur Bezeichnung *„Geschlechter"* geführt, denen wiederum die Bezeichnung *geschlechtlich* für die Organe und die Art der Fortpflanzung entlehnt wurde.

In Wahrheit ist auch die geschlechtliche Fortpflanzung nichts Anderes als eine *besondere Form des Wachsthums.* Die als Eier und Spermatozoen freiwerdenden Zellen repräsentiren zwei Formen von Keimzellen, welche nach gegenseitiger Einwirkung durch den Befruchtungsvorgang die Entwicklung eines neuen Organismus vorbereiten. Indessen ist auch das Ei unter gewissen Verhältnissen wie die einfache Keimzelle spontan entwicklungsfähig, wofür die zahlreichen, besonders bei Insecten und Crustaceen (*Apus, Artemia*, Sommereier der *Cladoceren* und *Rotiferen*) bekannt gewordenen Fälle von *Parthenogenese* Beispiele geben. Auch kann alsdann das Ovarium mit seinen Leitungswegen durch den Ausfall der Befruchtung bedingte Vereinfachungen erfahren oder bereits im Zustande unterbliebener Ausgestaltung im Larvenleben des Thieres entwicklungsfähige Ei- oder Keimzellen hervorbringen. Bei den Blattläusen oder Aphiden gibt es eine Generation viviparer Individuen, welche von den begattungs- und befruchtungsfähigen oviparen Weibchen zwar verschieden, aber mit ähnlichen, nach dem Typus der Ovarien gebildeten Fortpflanzungsorganen versehen sind, deren Eigenthümlichkeit vor Allem auf dem Mangel von Einrichtungen zur Begattung und Befruchtung (im Zusammenhange mit dem Ausfall von männlichen Thieren) beruht (Fig. 133 *c*). Die Fortpflanzungszellen nehmen in jenen Organen, die man früher als Keimstöcke betrachtete, dann später *Pseud-*

Fig. 134.



Die beiden Geschlechtsthiere von *Chondracanthus gibbosus*, das Weibchen etwa sechsfach vergrössert. *a* Weibchen in seitlicher Lage; *b* dasselbe von der Bauchseite mit anhaftendem Männchen; *c* Männchen, isolirt, unter starker Vergrösserung. *An′* vordere Antennen, *An″* Klammerantennen, *F′*, *F″* die beiden Fusspaare, *A* Auge, *Ov* Eierschläuche, *M* Mundtheile, *Oe* Oesophagus, *D* Darm, *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, *Sp* Spermatophore im Spermatophorensack.

ovarien nannte, einen ganz ähnlichen Ursprung wie die Eier in den Ovarien und unterscheiden sich von den Eiern wohl nur durch den sehr frühzeitigen Beginn der Embryonalentwicklung. Man wird daher die viviparen Individuen schon deshalb richtiger als zweckmässig veränderte *agame* Weibchen betrachten und von einer geschlechtlich-parthenogenetischen Fortpflanzung reden. Die Fortpflanzungsweise der Rindenläuse im Vergleich zu der erwähnten Fortpflanzung der Aphiden, insbesondere der Gattung *Pemphigus,* stellt die Richtigkeit dieser Deutung ausser Zweifel.

Ein ähnliches Verhältniss besteht für die *Cecidomyia*-Larven, welche lebendige Junge erzeugen. Bei diesen bildet die Anlage der Geschlechtsdrüse unter Umformungen, welche sich an den Bau der Ovarien und an die Entstehungsweise der Eier anschliessen, sehr frühzeitig eine Anzahl von Keimzellen aus, welche sich alsbald zu Larven entwickeln (Fig. 135). Jugendformen und Larven sind fortpflanzungsfähig *(Paedogenesis).* Das Ovarium fällt dann gewissermassen zur Bedeutung eines Keimzellenlagers zurück, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die als Sporen oder Keimzellen betrachteten Producte der Redien und Sporocysten Ovarialanlagen mit spontan entwicklungsfähigen Eizellen entsprechen.

Fig. 135.

Tl

Tl

Lebendig gebärende *Cecidomyia-(Miastor-)* Larve, nach Al. Pagenstecher. *Tl* Tochterlarven, aus der Ovarialanlage entwickelt.

Eireife, Befruchtung und Entwicklung.

Nach den Thatsachen der geschlechtlichen Fortpflanzung wird man die Eizelle als den Ausgangspunkt des sich entwickelnden Organismus betrachten. Der Inhalt derselben beginnt spontan oder unter dem Einflusse der Befruchtung eine Reihe von Veränderungen, welche zur Anlage des Embryonalleibes führen. Diese Veränderungen beruhen auf einem Zellvermehrungsprocess, welcher sich am gesammten Inhalt der Eizelle, beziehungsweise an dem protoplasmatischen Theile des Dotters vollzieht und unter dem Namen der *Dotterfurchung* bekannt ist.

1. *Eireife und Bildung des Richtungskörpers.* Unklar blieb lange Zeit das Verhalten des Keimbläschens beim Beginne der Furchung und die Beziehung desselben zu den Kernen der beiden ersten Furchungszellen. Ebensowenig hatte man genügende Anhaltspunkte, um die Veränderungen und das Schicksal der beim Act der Befruchtung in den Dotter eingetretenen Samenkörper zu beurtheilen. Während man früher den Schwund des Keimbläschens und die Bildung eines neuen, von jenem unabhängig entstandenen Kernes in dem reifen, zur Furchung sich anschickenden Ei voraussetzte und nur in Ausnahmsfällen (Siphonophoren, Entoconcha etc.) die Persistenz und Betheiligung desselben an der Kernbildung der ersten Furchungszellen annahm, haben eingehendere,

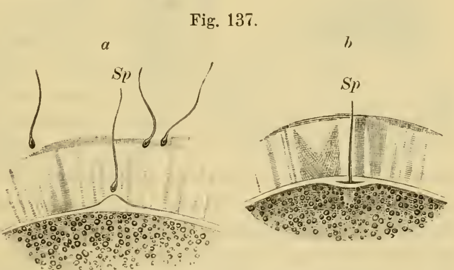
an Eiern zahlreicher Thiere angestellte Beobachtungen bewiesen, dass das Keimbläschen des reifen Eies nicht verschwindet, wohl aber Veränderungen erfährt und seiner Hauptmasse nach in Verbindung mit Protoplasmatheilen des Dotters als sog. *„Richtungskörperchen“* oder Polzellen aus dem Ei austritt (Fig. 136). Dieser Vorgang vollzieht sich als eine Form von Zelltheilung. Das Keimbläschen wird zu einer Kernspindel, welche an die Oberfläche des sog. animalen Eipoles rückt. Unter den Erscheinungen der Strahlenfigur wird ein Theil der Spindel nebst geringem Plasmahof ausgestossen. Mit Ausnahme der sich parthenogenetisch ohne Befruchtung entwickelnden Eier folgt noch die Ausstossung eines zweiten Richtungskörpers, nach welcher der Rest des Keimbläschens in die Tiefe rückt und zu einem ruhenden Kerne wird, den man als *Eikern* oder *Pronucleus* des Eies unterscheidet. Die Bildung der Richtungskörperchen vollzieht sich unabhängig von der Befruchtung, wenngleich sie in manchen Fällen *(Nematoden)* erst nach Eintreten des Zoosperms erfolgt.

Fig. 136.

Ei von *Nephelis,* nach O. Hertwig. *a* das Ei eine halbe Stunde nach der Eiablage. Das Protoplasma wölbt sich hügelförmig vor zur Bildung des ersten Richtungskörperchens. Die Kernspindel tritt auf. — *b* Dasselbe eine Stunde später mit austretendem Richtungskörper und Strahlensystem des eingetretenen Samenkörpers *Sk.* — *c* Dasselbe ohne Eihülle abermals eine Stunde später mit ausgetretenem zweiten Richtungskörperchen und mit Spermakern *Sk.* — *d* Dasselbe wiederum eine Stunde später mit zusammengetretenem Eikern und Spermakern. — *Rk* Richtungskörperchen.

2. *Befruchtungsvorgang.* Die Befruchtung des Eies wird durch den Eintritt eines Samenkörpers in den Eidotter eingeleitet (Fig. 137). Man kann es als eine Thatsache betrachten, dass bei normalen Vorgängen nur ein Zoosperm eindringt. Da, wo sich vorher bereits eine feste Schalenhaut

Fig. 137.

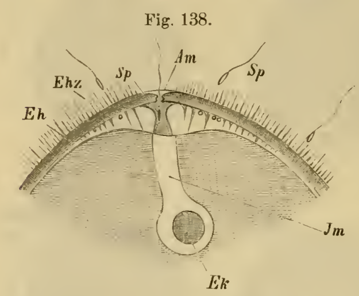


a und *b* Abschnitte des Eies von *Asterias glacialis* mit Zoospermien *Sp,* welche in die Hüllzone eindringen, nach H. Fol.

im Umkreis des Eies abgelagert hat (Fische, Insecten etc.), ist eine polständige Oeffnung, *Micropyle,* zum Durchtritt des Zoosperms gebildet worden (Fig. 138).

Das Wesen der Befruchtung beruht nicht in dem einfachen Eintritt des Samenkörpers und dessen Auflösung im Eie, sondern in der Vereinigung von Theilen desselben mit entsprechenden Theilen des Eikernes.

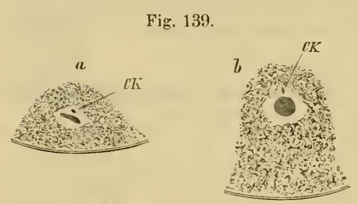
Fig. 138.



Oberer Abschnitt des Eies von *Petromyzon,* nach Calberla. *Am* Mikropyle, *Sp* Spermatozoen, *Jm* Spermagang, *Ek* Eikern, *Eh* Eihaut, *Ehz* Rauhigkeiten derselben.

Ueber die näheren Vorgänge dieses wichtigen, die Constitution des sich entwickelnden Organismus bedingenden Conjugationsactes haben zuerst die Untersuchungen von Bütschli, O. Hertwig und Fol Aufschluss gebracht. Vor allen erwiesen sich die Eier von Echinodermen, dann aber auch die verschiedener Würmer und insbesondere die Ascariden *(Ascaris megalocephala)* zum Studium der stattfindenden Veränderungen besonders geeignet. Nach dem Eintritte des Zoosperms in das Plasma der Eizelle und nach dem Verluste des Fadens bildet sich um das unter Aufnahme von Flüssigkeit angeschwollene, zum Spermakerne gewordene Samenkörperchen ein helles Centrum mit Körnchenstrahlung (Fig. 136, *Sk*), die auch im Umkreis des hellen Eikernes auftreten kann. Vor dem blasenförmig gewordenen Samenkerne wurde von Fol im Ei der Seesterne ein sehr kleines Körperchen entdeckt, das möglicherweise dem Mittelstück des Samenfadens entspricht und als Centralkörperchen, *Spermacentrum*, bezeichnet wird (Fig. 139 *a, b*). Dasselbe ist als das Centrum der Strahlenfigur zu betrachten, die dadurch entstanden ist, dass sich der Dotter um jenes in radiären Strahlen ordnete (Fig. 140 *a, b*). Entsprechend ist auch am Eikern, und zwar an der vom Spermakern abgewandten Seite, ein Centralkörperchen, *Ovocentrum,* aufgetreten. Eikern und Samenkern wandern nun in Folge gegenseitiger Anziehung einander entgegen, und zwar schreitet der letztere mit dem Spermacentrum und seiner Strahlenfigur rascher vor, bis beide in der Mitte des Eies zusammentreffen und von einem hellen Hof mit gemeinsamer peripherischer Strahlung des Dotters umschlossen werden (Sonnenstadium und Aureola) (Fig. 141 *a*). Innerhalb des Hofes verschmelzen alsbald Eikern und Spermakern zum *conjugirten Ei- oder Furchungskerne,* während sich die

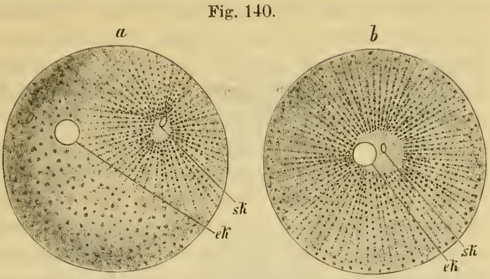
Fig. 139.



a und *b*. Je ein Stück eines Durchschnittes durch ein befruchtetes Ei von *Asteracanthion.* Dem Samenkern wandert ein Centralkörperchen *(CK)* voraus. Nach Fol.

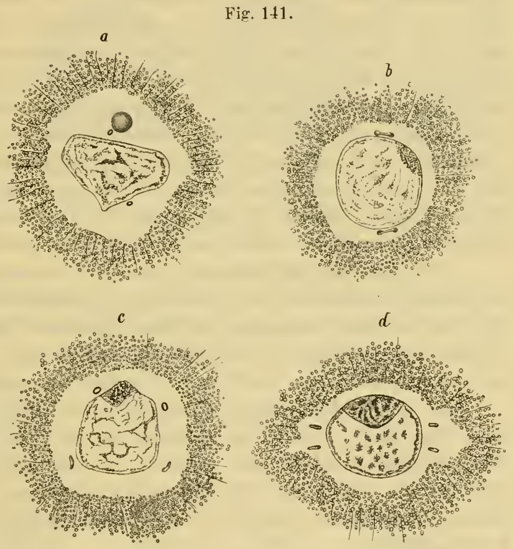
jetzt einander gegenüberstehenden Centralkörper theilen (Fig. 41 *b*), und je eine Theilhälfte des Spermacentrums und Ovocentrums einander entgegenwandern (Quadrille des centres, Fol, Fig. 41 *c*), um rechtwinklig zu der Stellung des sich theilenden Ovo- und Spermacentrums zu verschmelzen. Die beiden conjugirten Centren *(Asterocentren)* bezeichnen nunmehr die Pole der Kernspindel, welche sich noch vor ihrer Verschmelzung aus dem Furchungskern gestaltet und mit der an den Asterocentren entstandenen Strahlung der Ausgang zur ersten Kerntheilung des befruchteten Eies und der beiden ersten Furchungszellen wird. Diese Vorgänge der Centrosomenbewegung und Verschmelzung wurde von Fol am Seeigelei beobachtet und beweist, dass nicht nur Ei- und Spermakern, sondern auch deren Centrosomen bei der Befruchtung eine Rolle spielen.

Fig. 140.



Befruchtetes Ei eines Seeigels, nach O. Hertwig. *a* Früheres Stadium. Der Kopf des eingedrungenen Samenfadens hat sich in den von Plasmastrahlung umschlossenen Spermakern *(sk)* umgewandelt und dem Eikern *(ek)* entgegenbewegt. *b* Späteres Stadium. Spermakern *(sk)* und Eikern *(ek)* sind nahe zusammengerückt und von Plasmastrahlung umgeben.

Fig. 141.



Vier Stadien aus dem befruchteten Ei eines Seeigels, welche die Theilung der Centralkörper und die Bewegung der Theilhälften um den conjugirten Kern des Eies darstellen, nach Fol, „Quadrille des centres". Bei *a* sind Spermakern und Eikern noch nicht conjugirt, und Spermacentrum und Ovocentrum noch nicht einander gegenüber gerückt. Bei *b* sind die beiden einander gegenüber gestellten Centrosomen bereits in der Theilung begriffen. Es ist überall nur die centrale Partie des Eidotters dargestellt.

Von besonderer Bedeutung ist der Nachweis, dass die chromatinhaltige Substanz beider Kerne einen wesentlichen Antheil an der Bildung des Furchungskernes nimmt

und dass sich bei der alsbald folgenden Theilung desselben in die Kerne der beiden ersten Furchungskugeln das Chromatin des männlichen und weiblichen Kernes an der Bildung der Schleifen gleichmässig betheiligt. Dieser Vorgang ist besonders schön an den Eiern von *Ascaris* zu verfolgen, deren Befruchtung einige bemerkenswerthe Modificationen im Verlaufe des Processes zeigen, welche sich vielleicht aus einer Abkürzung des letzteren erklären lassen. Nicht nur, dass der Samenkörper vor Bildung des Richtungskörpers in das Ei eindringt und als Spermakern schon in der Mitte des Eies liegt, wenn der Eikern an der Oberfläche des Dotters von dem zweiten Richtungskörperchen sich abschnürt, und alsdann der Eikern dem Spermakern entgegenwandert, auch die Kernspindel des Furchungskernes bildet sich bereits im Umkreis von Spermakern und Eikern, ohne dass diese direct mit einander verschmelzen. Bevor die Hüllen beider Kerne verschwinden, gestaltet sich das Nuclein in jedem derselben zu zwei grossen Chromatinschleifen um, und zu beiden Seiten der Kerne treten die Centrosomen auf. Während sich zwischen denselben die achromatische Figur der Kernspindel bildet, werden die Chromosomen des Ei- und Spermakerns der Länge nach gespalten, und je zwei Theilstücke des erstern und letztern rücken als vier Tochterschleifen nach den Polen aufwärts, um sich zur Bildung des Kernes der Tochterzellen zu vereinigen. Somit wird jedem Tochterkerne die gleiche Menge von Chromatin aus dem Kerne der männlichen und weiblichen Geschlechtszelle zugeführt, und das Endresultat ist dasselbe wie in der Furchungsspindel des Echinodermeneies. Den Befruchtungsvorgängen im Ei der Metazoen analog verhalten sich die Veränderungen, welche die Micronuclei bei der Conjugation der Ciliaten erfahren. (Das Nähere später im Abschnitt der Infusorien.)

Es erhält somit die Thatsache, dass trotz der enormen Grössendifferenz von Samen- und Eizelle doch väterliche und mütterliche Eigenschaften von jeder in gleichem Ausmaasse auf den Organismus des Kindes übertragen werden, eine histologische Begründung, und es wird nahezu sichergestellt, dass die Chromosomen die Träger der Vererbungssubstanz sind.

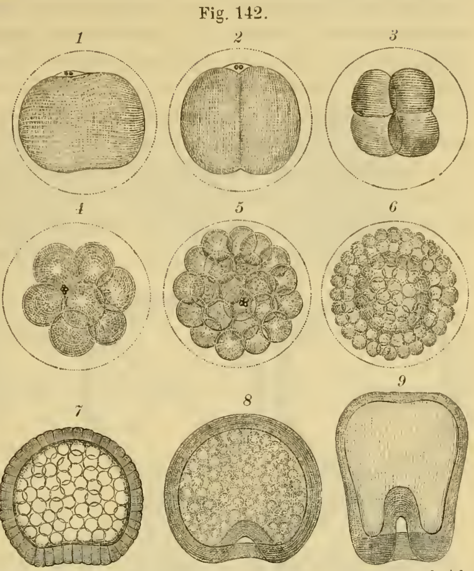
Da wo die Befruchtung unbeschadet der Entwicklungsfähigkeit des Eies unterbleibt, dieses also spontan in den Furchungsprocess eintritt (Parthenogenese), scheint nach Austritt eines einzigen Richtungskörpers der „Eikern“ für sich bereits die Eigenschaft des ersten Furchungskernes zu besitzen und schreitet ohne Einwirkung eines Spermakerns zur Bildung der Kernspindel vor.

3. Furchung. Der als solche bekannte Vorgang betrifft entweder den gesammten Dotter, *totale Furchung,* oder gestaltet nur einen Theil des Dotters in Furchungskugeln und Embryonalzellen um, *partielle Furchung.*

a) Die *totale* Dotterfurchung betrifft die sog. *holoblastischen* Eier und vollzieht sich entweder gleichmässig (Medusen, Echinodermen, Spongien, *Amphioxus*) als *äquale* Furchung (Fig. 142), oder wird früher oder später

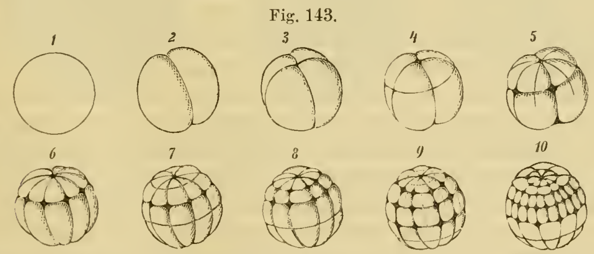
ungleichmässig, indem sich zwei Gruppen von Furchungskugeln, kleinere mit vorwiegend protoplasmatischem und grössere mit an Dotterkörnchen reichem Inhalt sondern. In diesem Falle nennt man die Furchung eine *inäquale*. Unter normalen Verhältnissen sind die drei ersten Furchungsebenen rechtwinkelig zu einander gestellt, indem die beiden ersten Furchungsebenen, welche die Zwei- und Dreitheilung bedingen, eine *meridionale* Lage einhalten. Die Ebene der dritten Furchung ist eine *äquatoriale* und theilt die vier früher bereits vorhandenen Furchungskugeln in vier obere und vier untere Dotterzellen. Die ersteren werden durch die Lage der Richtungskörperchen in dem einen Kreuzungspunkte der beiden meridionalen Furchen, den animalen Pol, bestimmt, liefern vornehmlich das Material der animalen Organe, die vier gegenüber liegenden Zellen mehr das der vegetativen Organe. Bei der inäqualen Furchung

Fig. 142.



Entwicklung eines Seesterneies. *Asteracanthion berylinus,* nach Al. Agassiz. *1* Beginnende Furchung des an beiden Seiten abgeflachten Dotters, an dem animalen Pole das Richtungsbläschen. *2* Zweitheilung. *3* Viertheilung, *4* Achttheilung, *5* Stadium mit 32 Kugeln, *6* späteres Stadium, *7* Blastosphaera mit beginnender Einstülpung, *8, 9* die Einstülpung ist weiter vorgeschritten, die Oeffnung des gastralen Schlauches wird zum After.

Fig. 143.

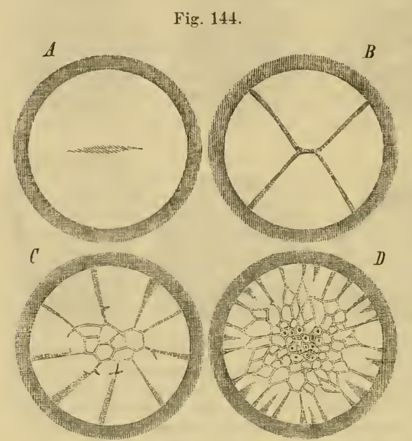


Inäquale Furchung des Eies vom Frosch, *Rana temporaria,* nach Ecker, in 10 aufeinanderfolgenden Stadien.

schreitet an den kleinern Zellen der animalen Hälfte der Process der Theilung viel rascher, an den grösseren langsamer vor oder wird eventuell ganz

unterbrochen. Als Beispiel der inäqualen Furchung, welche wiederum zahlreiche Abstufungen bieten kann, verdient die Entwicklung des Froscheies hervorgehoben zu werden, an welchem eine dunkel pigmentirte, an Protoplasma reichere von einer helleren, grössere Dotterkügelchen enthaltenden Hälfte unterschieden wird (Fig. 143). Jene ist im Wasser nach oben gewendet und kann deshalb als die obere bezeichnet werden. Der Pol derselben würde mit dem der unteren helleren Dotterhälfte durch die Hauptachse verbunden sein. Die beiden ersten Furchen des Eidotters liegen auch hier in der Richtung zweier senkrecht sich kreuzenden Meridiane, erst die dritte Furche ist eine äquatoriale, liegt aber dem oberen Pole näher und trennt eine kleinere obere von einer grösseren unteren Hälfte, an welcher die Furchung viel langsamer als an jener vorschreitet.

Fig. 144.



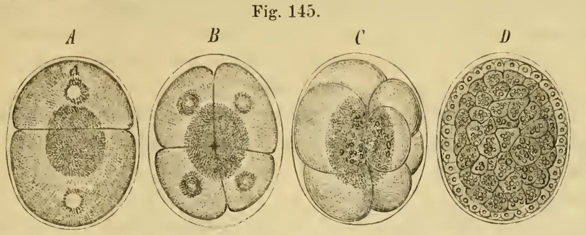
Der Furchungsprocess am Bildungsdotter des Hühnereies in Flächenansicht, nach Coste. *A* Keimscheibe mit der ersten verticalen Furche, *B* dieselbe mit zwei sich kreuzenden Verticalfurchen, *C* und *D* weiter vorgeschrittene Stadien mit kleinen centralen Furchungssegmenten.

b) Bei der *partiellen* Furchung der sog. *meroblastischen* Eier wird lediglich der Bildungsdotter von der Furchung betroffen, während der Nahrungsdotter ungefurcht bleibt. Indessen können auch bei totaler, insbesondere inäqualer Dotterklüftung Furchungskugeln zur Ernährung der Embryonalanlage dienen. Es besteht ja der Dotter jedes Eies aus einem zähen, eiweissreichen Protoplasma und einem fett- und körnchenreichen *Deutoplasma*. Das erstere ist seinem Ursprunge nach aus dem Protoplasma der primären Eizelle abzuleiten, während die fettreichen Dotterelemente erst secundär mit dem fortschreitenden Wachsthum des ersteren gebildet werden, zuweilen als Secretionsproducte besonderer Drüsen (Dotterstöcke, *Trematoden*) sogar in Form von Zellen zur Vergrösserung des Dotters hinzutreten. Bei den Rippenquallen und anderen Coelenteraten sehen wir bereits in der ersten Furchungskugel die Bildungs- und Nahrungselemente des Dotters als centrale Endoplasma- und peripherische Exoplasmaanlage geschieden.

Bei den *partiell* sich furchenden Eiern liegt der Bildungsdotter gewöhnlich an einer Seite dem mächtigen, von der Furchung ausgeschlossenen Nahrungsdotter auf. Die Furchungszellen dieser *telolecithalen* Eier ordnen sich dem entsprechend in flacher Scheibenform *(Keimscheibe)* an, weshalb man diese Furchung auch *discoidale* genannt hat (Ei der Cephalopoden, Vögel, Reptilien, Haifische) (Fig. 144). In anderen Fällen hat jedoch der

Nahrungsdotter eine centrale Lage. An solchen *centrolecithalen* Eiern vollzieht sich die Furchung als *superficiale* in der Peripherie, bald mehr äqual (z. B. *Palaemon*), bald inäqual (zahlreiche Ringelkrebse). Auch kann die

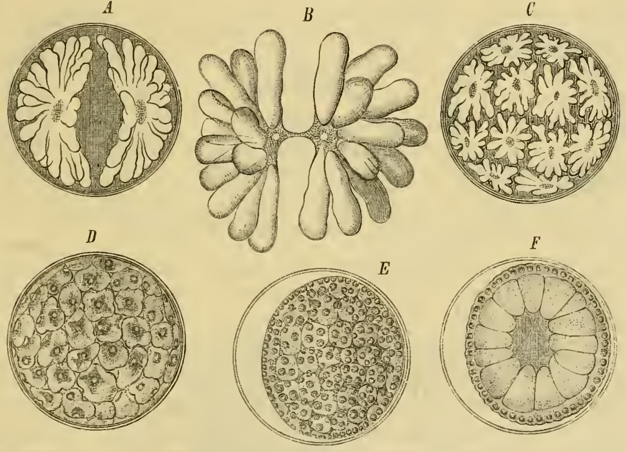
Fig. 145.



Inäquale Furchung des centrolecithalen Eies vom *Gammarus locusta*, zum Theil nach Ed. van Beneden, mit der centralen Dottermasse, die in dem späteren Stadium *(D)* eine Nachfurchung erfährt.

anfangs von der Furchung freigebliebene centrale Dottermasse später eine Art Nachfurchung erfahren (Fig. 145). In wieder anderen Fällen hat der Nahrungsdotter bei Beginn der Furchung eine peripherische Lage, so dass

Fig. 146.



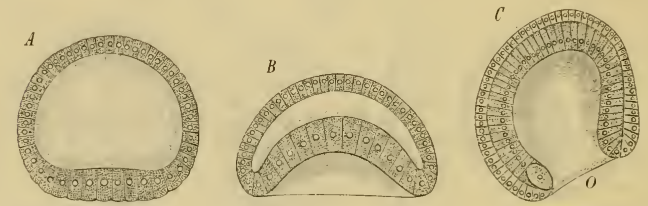
Furchungsstadium eines Spinneneies *(Philodromus timbatus)*, nach Hub. Ludwig. *A* Ei mit zwei deutoplasmatischen Theilrosetten (Furchungskugeln), *B* die Theilrosetten mit ihren kernhaltigen Protoplasmacentren stärker vergrössert, *C* Ei mit einer grossen Zahl von Theilrosetten, *D* die Theilrosetten werden durch polyëdrische Deutoplasmaportionen repräsentirt, von denen je eine einer über ihr gelegenen Blastodermzelle entspricht, *E* Stadium mit vollendeter Blastodermbildung, *F* optischer Querschnitt durch dasselbe. Die Deutoplasmaportionen innerhalb der Keimblase bilden einen geschlossenen Kugelmantel um den hellen Centralraum.

der Theilungsvorgang im Innern des Eies beginnt. Indessen gelangen auch hier früher oder später, nachdem der Nahrungsdotter allmälig in den centralen Raum des Eies gerückt, die protoplasmatischen, kernhaltigen Furchungszellen an die Oberfläche. So besonders bei den Eiern der Spinnen (Fig. 146)

und Insecten, wo sie, eine superficiale Furchung vortäuschend, eine peripherische Lage von Zellen darstellen. Die ersten Vorgänge der Furchung entziehen sich bei diesen *ectolecithalen* Eiern, weil sie, von dem Nahrungsdotter verdeckt, im Innern des Eies zum Ablauf kommen, sehr häufig der Beobachtung, bis die Kerne mit dem sie umgebenden Protoplasma in die Peripherie rücken, während nunmehr der fettreiche, oft trübkörnige Nahrungsdotter die centrale Masse des Eies bildet (Insecten).

4. Anlage der Keimblätter. Ebenso mannigfaltig wie die Formen der Dotterklüftung erscheint die Lagerung der Furchungszellen. Häufig ordnen sich dieselben bei der äqualen und superficialen Furchung in Form einer einschichtigen *Keimblase (Blastula)* an, und man wird an die Lagerung der Zellen von Protozoencolonien (z. B. *Volvox*) erinnert, mit welchen auch aus diesem Grunde die *Blastula* als einfachste Metazoenform phylogenetisch in Verbindung gebracht werden dürfte. In zahlreichen Fällen, vornehmlich wenn bei relativ reichlich vorhandenem Dotter (inäquale und discoidale Furchung) oder bei beständiger Nahrungszufuhr die Embryonalentwicklung

Fig. 147.



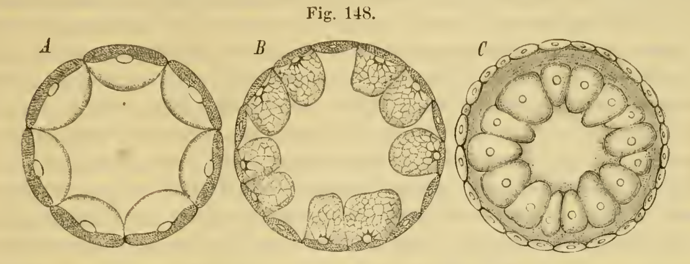
A Blastosphaera des *Amphioxus*, *B* dieselbe im Stadium der Einstülpung, *C* durch Invagination entstandene Gastrula, *O* Urmund derselben. (Nach B. Hatschek.)

einen auf längere Zeit ausgedehnten complicirten Verlauf nimmt, erscheint die Anlage des Keimes als eine dem Dotter aufliegende Zellenscheibe, Keimscheibe.

Aus der Keimblase entwickelt sich die zweischichtige *Gastrula* sehr oft durch Invagination, indem sich die eine Hälfte (zuweilen schon durch grössere und körnchenreichere Zellen ausgezeichnet) gegen die andere einstülpt und unter Verengerung der Einstülpungsöffnung *(Blastoporus,* Gastrulamund*)* zu der die Centralhöhle bekleidenden Entodermschicht oder *Hypoblast* wird. Die äussere Zellenschicht repräsentirt das Ektoderm oder *Epiblast*. Diese sehr häufige Form der durch *Invagination* entstandenen Gastrula findet sich z. B. bei den Ascidien und unter den Vertebraten bei *Amphioxus* (Fig. 147). In anderen Fällen beobachten wir bei Eiern mit äqualer Furchung anstatt der Invagination eine *polare Einwucherung* von Zellen, welche die Keimblasenhöhle völlig füllen und sich, als Hypoblast anordnend, eine nach aussen durchbrechende Gastralhöhle gewinnen *(Aequorea)*. Seltener und bislang nur bei einzelnen Hydroidquallen *(Geryonia)* nachgewiesen, erscheint die Ent-

stehung der Gastrula durch *Delamination* oder concentrische Spaltung der Blastosphaerazellen in eine äussere und innere Lage. Der centrale Hohlraum geht dann aus der ursprünglichen Furchungshöhle hervor, während der Gastrulamund erst secundär zum Durchbruch gelangt (Fig. 148). Bei ausgeprägt

Fig. 148.

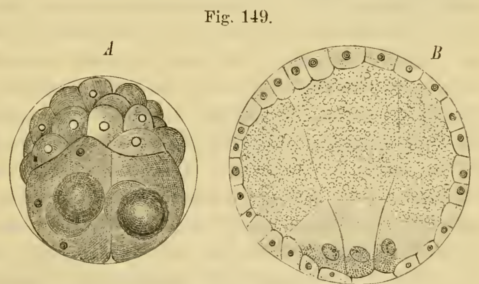


Durchschnitt durch Furchungsstadien des Eies von *Geryonia*, nach H. Fol. *A* An den die Furchungshöhle umschliessenden 32 Furchungszellen hebt sich ein äusseres feinkörniges Ektoplasma und ein inneres helles Endoplasma ab, *B* späteres Stadium, *C* Embryo nach der Delamination mit abgehobenem Ektoderm und grosszelligem, die Furchungshöhle umschliessendem Entoderm.

inäqualer Furchung kommt endlich die Gastrulabildung dadurch zu Stande, dass die frühzeitig gebildeten kleineren Epiblastzellen allmälig die viel umfangreicheren Hypoblastzellen überwachsen und sich als dünne Zellenschicht über dieselbe ausbreiten (Fig. 149). Man hat diesen Vorgang als Epibolie bezeichnet. Bei dieser Form der Gastrulabildung entsteht die Gastralhöhle ebenfalls in der Regel secundär im Centrum der dichten Anhäufung von Hypoblastzellen. Zum Blastoporus aber wird die Stelle, an welcher die Umwachsung des Hypoblasts ihren Abschluss findet.

Da, wo eine Keimscheibe gebildet wird, erhält der Embryo erst durch die Umwachsung des Dotters allmälig seine volle Begrenzung unter Vorgängen, mit welchen die vollständige Aufnahme des Dotters in den Leibesraum *(Frosch)* oder auch die Entstehung eines Dottersackes verbunden ist *(Cephalopoden, Haie, Vögel, Säugethiere)*, der die Dotterreste nach und nach in den Körper des Embryo überführt. Die allmälig fortschreitende Organisirung des letzteren bis zu seinem Austritte aus den Eihüllen nimmt jedoch in den einzelnen Thiergruppen einen ausserordentlich mannigfachen Verlauf, für den sich kaum allgemeine Gesichtspunkte als überall massgebend ableiten lassen.

Fig. 149.



A Ein Stadium des inäqual sich furchenden Eies von *Bonellia*, *B* epibolische Gastrula derselben, nach Spengel.

Man wird als in erster Linie bedeutungsvoll hervorheben, *dass frühzeitig in der Anlage des Keimes zwei Zellenlagen zur Sonderung kommen:* ein das äussere Integument bildendes Ektoderm (Epiblast) oder *Hautsinnesblatt* und ein *Entoderm* (Hypoblast) oder *Darmdrüsenblatt,* welches die Auskleidung der verdauenden Cavität, beziehungsweise des Mitteldarmes und seiner Anhangsdrüsen liefert. Schon Carl Ernst v. Baer erkannte die Bedeutung dieser Zellenlagen für den Aufbau des Vertebratenleibes und bezeichnete beide Keimblätter als die „Primitivorgane". Zwischen der äusseren und inneren Zellenlage bilden sich bei den Bilateralthieren intermediäre Zellenschichten, die als Mesoderm oder mittleres Keimblatt bezeichnet werden, wenn sie sich ihrer Anlage nach auf vom Urdarme abgelöste, selbstständig gewordene Faltungen zurückführen lassen, während man isolirte, aus beiden Blättern herausgetretene Zellen und Zellengruppen als „Mesenchymbildungen" unterscheidet. Aus den mesodermalen Zellenstraten entstehen das Muskelsystem und das bindegewebige Skelet, ferner die körperlichen Elemente der Lymphe und des Blutes, sowie die Wandungen des Gefässsystems, während die Leibeshöhle entweder einem zwischen Ektoderm und Entoderm zurückgebliebenen Raume *(primäre Leibeshöhle)* entspricht oder secundär *(Coelom),* sei es durch Divertikel von der Darmanlage aus *(enterocoel)*, sei es durch Spaltung der Zellenlagen des Mesoderms *(schizocoel)* entstanden ist.

Das Nervensystem und die Sinnesorgane nehmen wohl allgemein ihren Ursprung aus dem oberen Blatt, sehr häufig vorbereitet durch eine grubenförmige oder rinnenartige Einsenkung mit nachfolgender Abhebung; dahingegen bilden sich die Harn- und Geschlechtsdrüsen bei den Coelenteraten sowohl aus dem äusseren als inneren, bei den Bilateralthieren aus dem mesodermalen Blatte. Demgemäss entstehen im Allgemeinen zuerst die Haut- und Darmanlagen, auf welche sogar viele Embryonen beschränkt sind, wenn sie, als *Gastrulaformen* mit einer zweischichtigen Zellwandung und einem inneren Gastralraum versehen, die Eihüllen verlassen. Dann folgt die Sonderung des Nervensystems und der Muskulatur zugleich mit oder auch nach der Skeletanlage. Später differenziren sich die Harnorgane und verschiedene Drüsen, sowie die Blutgefässe und Athmungsorgane. Indessen werden die ersten Jugendzustände, sowohl hinsichtlich der Körperform und Grösse, als der gesammten Organisation in sehr ungleichen Verhältnissen der Ausbildung im Vergleich zu den ausgewachsenen fortpflanzungsfähigen Lebensformen geboren.

Höchst bemerkenswerth erscheint die Thatsache, dass in verschiedenen Thierkreisen der auf die beiden Zellenlagen beschränkte, mit centraler Höhlung versehene Embryo als frei bewegliche, zu selbstständigem Leben befähigte Jugendform hervortritt. Es lag daher nahe, zumal schon vor langer Zeit Th. Huxley[1]) die beiden Grundmembranen des Medusenleibes

[1]) Th. Huxley, On the anatomy and affinities of the family of Medusae. Philosophical Transactions. London 1849.

(von Allman später als *Ektoderm* und *Entoderm* bezeichnet) mit dem äusseren (Hautsinnesblatt) und inneren (Darmdrüsenblatt) Blatte des Vertebratenkeimes verglichen hatte, von dem ähnlichen, durch den Furchungsprocess des Dotters eingeleiteten Bildungsvorgange übereinstimmender Larven entfernt stehender Thiertypen auf den gleichen phylogenetischen Ursprung zurückzuschliessen und functionell übereinstimmende Organe verschiedener Typen ihrer Entstehung nach auf eine übereinstimmende Uranlage zurückzuführen. Zuerst war es A. Kowalevsky[1]), welcher diese Auffassung durch die Ergebnisse seiner zahlreichen Untersuchungen über Entwicklungsgeschichte niederer Thiere begründete, indem er nicht nur das Vorkommen zweischichtiger Larven für Coelenteraten, Echinodermen, Würmer, Ascidien und unter den Vertebraten für *Amphioxus* nachwies, sondern auch auf Grund der grossen Uebereinstimmung in den weiteren Entwicklungsvorgängen der Ascidien- und *Amphioxuslarve,* sowie in der Entstehungsweise gleichwerthiger Organe am Embryo von Würmern, Insecten und Vertebraten gegen die bis dahin herrschende, an Cuvier's Typusbegriff anschliessende Meinung auftrat, dass die Organe verschiedener Typen nicht einander homolog sein könnten. Indem Kowalevsky[2]) aus den Ergebnissen seiner entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten den Schluss zog, dass das Sinnesblatt und die Embryonalhäute bei Insecten und Vertebraten homolog sind, dass die Keimblätter von *Amphioxus* und der Vertebraten denen der Mollusken (Tunicaten), beziehungsweise Würmer entsprechen, gab er in Uebereinstimmung mit der längst anerkannten Thatsache, dass auch anatomische Zwischenformen und Verbindungsglieder verschiedener Thierkreise oder Typen bestehen, und dass diese letzteren nicht etwa in sich abgeschlossene Pläne der Organisation, sondern nur die höchsten Abtheilungen im Systeme repräsentiren, im Grunde nur den Anforderungen der Descendenzlehre einen entwicklungsgeschichtlichen Ausdruck. In der That war es ein vollkommen richtiger Schluss, dass Kowalevsky die Homologie der Keimblätter in verschiedenen Typen als wissenschaftliche Basis der vergleichenden Anatomie und Embryologie betrachtete und als Ausgangspunkt für das Verständniss der Verwandtschaft der Typen erkannte, für die wir bei den Wirbelthieren auf jedem Schritte Beweise finden.

Wenn aber für Kowalevsky die eigenen umfassenden embryologischen Erfahrungen Anlass zu vorsichtigem Rückhalt gaben, traten andere zu kühner Generalisirung angelegte Forscher sogleich mit fertigen Theorien hervor, in welcher die Resultate embryologischer Forschungen im Anschluss an die Descendenzlehre verwerthet wurden. Unter diesen ist E. Haeckel's

[1]) Vergl. A. Kowalevsky's verschiedene Aufsätze in den Mémoires de l'Acad. de St.-Pétersbourg über *Rippenquallen*, *Phoronis*, *Holothurien*, *Ascidien* und *Amphioxus,* 1866 und 1867.

[2]) A. Kowalevsky, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. St.-Pétersbourg 1871, pag. 58—60.

Gastraeatheorie[1]) hervorzuheben, welche nichts Geringeres beanspruchte, „als an Stelle der bisherigen Classification auf der Basis der Phylogenie ein neues System zu setzen, dessen oberstes Classificationsprincip die Homologie der Keimblätter und des Urdarms und demnächst die Differenzirung der Kreuzachse (bilaterale und radiäre Bauart) und des Coeloms ist". Thatsächlich hat diese Theorie jedoch weder ein neues System geschaffen, noch die auf Eintheilung in grosse Kreise gegründete Classification principiell verändert.

Mit grösserem Rechte wird für die Ableitung der Metazoen von den Protozoen die Blastula[2]) (Blastosphaera) herangezogen, die geradezu als nothwendiges Bindeglied zwischen Protozoen und Metazoen erscheint, während von dieser aus die zweischichtige Form auf sehr verschiedenem Wege ursprünglich entstanden sein kann. Erkannten wir die erste Arbeitstheilung, welche das Zellenmaterial eines vielzelligen Organismus erfährt, in der Sonderung von Fortpflanzungszellen (Geschlechtszellen und Körperzellen), so erscheint es durchaus nicht selbstverständlich und noch weniger durch die bisher bekannt gewordenen ontogenetischen Erfahrungen bewiesen, dass sich auf höheren Entwicklungsstufen sogleich eine zusammenhängende Zellenlage auf dem Wege der Invagination hervorbildet und eine ausschliessliche Beziehung zur Ernährung und Verdauung gewinnt, dass sich somit zuerst eine Invaginationsgastrula entwickeln musste, welche freilich den Bedingungen der für den freibeweglichen Organismus bei verstärkter Grössenzunahme nothwendig werdenden Flächenvermehrung am einfachsten und

[1]) E. Haeckel, Gastraeatheorie. Jen. nat. Zeitschrift, 1874. E. Haeckel bezeichnete die zum Ausgang benutzte Larvenform als *Gastrula* und glaubte in derselben das in der individuellen Entwicklung erhaltene Abbild einer gemeinsamen Urform zu erkennen, *auf welches sämmtliche Metazoen ihrer Abstammung nach zurückzuführen seien*. Für die hypothetische Stammform, die schon in früherer Primordialzeit während der laurentischen Periode gelebt haben sollte, führte er den Namen *Gastraea* ein, während er die urweltliche Gruppe der in vielen Gattungen und Arten während jenes Zeitraumes verbreiteten Gastraeaformen *Gastraeaden* nannte. Aus dieser Supposition wurde dann für sämmtliche Metazoen die complete Homologie des äusseren und inneren Keimblattes gefolgert, jenes auf das Ektoderm, dieses auf das Entoderm der hypothetischen Gastraea zurückgeführt, dagegen für das mittlere Keimblatt, welches sich erst secundär zwischen den beiden *primären* Blättern und aus einem derselben oder aus beiden entwickelt haben sollte, eine nur incomplete Homologie beansprucht. Die neue Lehre, welcher bezüglich des Keimblattes eine Generalisirung der Baer-Remak'schen Keimblätterlehre zu Grunde lag, vermochte jedoch keine neue Classification an Stelle der seither begründeten zu setzen, und der Versuch, von dem Ausgangspunkt der hypothetischen Gastraeaden, aus dem Gegensatze radiärer und bilateraler Bauart *(Protascus — Prothelmis)* oder des Vorhandenseins, beziehungsweise Mangels einer Leibeshöhle *(Coelomaten — Acoelomier)* das System reformiren zu wollen, ist als misslungen von keiner Seite mehr ernstlich aufrecht erhalten. Das, was man jetzt unter Gastraealehre versteht, ist von der ursprünglichen Theorie Haeckel's durchaus verschieden, indem es sich lediglich um die Homologie der beiden Keimblätter handelt.

[2]) Vergl. C. Claus, Cuvier's Typenlehre und Haeckel's sogenannte Gastraeatheorie. Wien 1874.

besten entspricht. Es konnten ebenso gut vereinzelte Zellen [1]) in den Hohlkörper eintreten und mit oberflächlichen Zellen verbunden oder auch für sich mittelst amöboiden Fressens die Ernährung besorgen und die Arbeitstheilung zwischen inneren Nährzellen und oberflächlichen Bewegungszellen begründen. In der That verhalten sich in dieser Weise die jüngsten, dem Gastrulastadium vorausgehenden Larvenformen vieler Spongien *(Halisarca, Ascetta)* und Hydroidmedusen. Erst später bildet sich eine zusammenhängende entodermale Zellenlage nebst Blastoporus oder Gastrulamund, während die isolirt eingewanderten Zellen theilweise oder sämmtlich zu neuen besonderen Functionen Verwendung finden. Hiermit würde auch die durch andere ontogenetische Befunde erwiesene Thatsache Verständniss gewinnen, das Entoderm und Mesoderm (Mesoblast) genetisch in unmittelbarer Beziehung stehen, da das Mesoderm gerade bei niederen Thieren so häufig als Theil des Entoderms zur Sonderung gelangt oder doch aus demselben seinen Ursprung nimmt. Auch andere Verhältnisse, wie z. B. die ungleiche Bedeutung des Blastoporus, welcher in vielen Fällen zur Afteröffnung, in anderen zur Pharyngealöffnung wird, stehen der Deutung der Gastrula als eines phyletisch überall gleichwerthigen Formzustandes entgegen.

Neben der oben hervorgehobenen ungleichen Entstehungsweise des Entoderms [2]) der sog. Gastrula sind es die grossen Verschiedenheiten in der Bildung des Mesoderms, durch welche eine einheitliche Auffassung der Entwicklungsvorgänge aller Metazoentypen in Frage gestellt wird. Auch nach dieser Seite hin wurden in neuerer Zeit von Forschern, welche den zweiblätterigen Keimzustand zum Beweise einer phyletisch gemeinsamen Entwicklungsform für ausreichend halten konnten, der Versuch gemacht, die Verschiedenheit der complicirten, von der Gastraea aus sich entwickelnden Organisation zu erklären. [3]) Dieselben wollen den Ursprung des mesodermalen Zellenmaterials auf zwei verschiedene Bildungen zurückführen und hiernach die Metazoentypen unter Ausschluss der zweiblätterigen Coelenteraten in zwei Reihen gruppiren. Nur in der einen Reihe (der *Enterocoelier*) handle es sich um ein wahres mittleres Keimblatt, welches als *Mesoblast* zwischen den beiden primären epithelialen Blättern, dem *Ektoblast* und *Entoblast*, durch Faltung des letzteren als Epithellamelle seinen Ursprung nehme. In der anderen Reihe (der *Pseudocoelier*) liessen sie das mesodermale Zellenmaterial nicht als Keimblatt gelten, sondern unterschieden dasselbe als *Mesen-*

---

[1]) E. Metschnikoff, Vergleichend-embryologische Studien. Ueber die Gastrula einiger Metazoen. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Tom. XXXVII, 1880.

[2]) Die verschiedenen Bildungsformen des Entoderms aus der Keimblase sind keineswegs nothwendig als secundäre Modificationen einer ursprünglich einheitlichen primären Form (etwa der Invaginationsgastrula) zurückzuführen, sondern könnten auch ähnlich manchen Sinnesorganen auf convergente Entwicklung bezogen werden.

[3]) O. Hertwig und R. Hertwig, Die Coelomtheorie, Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes. Jena 1881.

chym, welches auf isolirt eingewanderte Zellen zurückzuführen sei und in Verbindung mit dem Ergusse eines gallertig flüssigen Secretes die Füllung zwischen beiden Keimblättern darstelle. Nun mag es verdienstlich sein, diesen Unterschied betont und für die zweite Form der Mesodermbildung die zweckmässige Bezeichnung Mesenchym eingeführt zu haben; zu einem Fortschritt aber in dem Verständniss der genetischen Beziehungen der Metazoentypen hat diese als Coelomtheorie bezeichnete Lehre nicht geführt. Denn weder ist ein fundamentaler Unterschied zwischen den Zellen, welche untereinander verbunden in epithelartiger Anordnung zwischen die Keimblätter gelangen, und solchen, welche für sich vereinzelt aus dem Verbande austreten und in die primäre Leibeshöhle einwandern, nachweisbar, noch ist der Ursprung des Mesenchyms, welches zu der verschiedensten Zeit noch vor der Entoblastbildung, dann später aus Ektoblast und Entoblast und sogar aus dem Mesoblast (Vertebraten) sich entwickeln kann, ein einheitlicher. Vielmehr umfasst das Mesenchym die verschiedenartigsten, untereinander ungleichwerthigen Bildungen. Ferner ist es lediglich eine Voraussetzung, die Entstehung des Mesoblasts aus Falten des Entoblasts als die primäre zu betrachten, zumal gerade bei den niedersten Typen Mesenchymkeime noch vor der Differenzirung eines Entoblasts im Blastulastadium einwandern und sich ein Entoblast aus Mesenchymkeimen bilden kann. Auch sind die Mollusken, welche neben den Bryozoen, Rotiferen und Platyhelminthen als Pseudocoelier betrachtet wurden, in Wahrheit mit dem gleichen Rechte wie die Chaetopoden Enterocoelier; im Grunde bleiben nur die parenchymatösen Platyhelminthen, welche schon E. Haeckel als *Acoelomier* allen übrigen Typen entgegenstellte, als Pseudocoelier übrig.

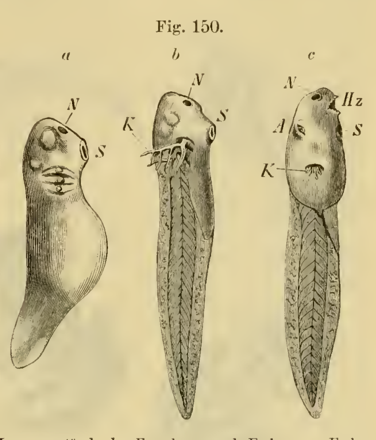
Directe Entwicklung und Metamorphose.

Die embryonale Entwicklung wird im Allgemeinen eine um so grössere Complication bieten und um so grössere Zeit für sich in Anspruch nehmen, je mannigfaltiger und höher die Organisation ist, welche der Embryo zu erreichen hat. Demgemäss werden die höheren Thierformen eine viel complicirtere Embryonalentwicklung von weit längerer Zeitdauer als die niederen zu durchlaufen haben, besonders dann, wenn das aus dem Ei ausschlüpfende Junge im Wesentlichen schon die Organisationsstufe der Geschlechtsform erreicht hat und, von der geringeren Körpergrösse abgesehen, mit jenem übereinstimmend gestaltet ist. In diesem Falle beschränkt sich die *postembryonale* Entwicklung im freien Leben auf ein einfaches Fortwachsen und auf die Ausbildung der anfangs noch unreifen Geschlechtsorgane. Nimmt dagegen das Embryonalleben im Verhältniss zur Höhe der Organisation einen relativ raschen und einfachen Verlauf, wird mit anderen Worten der Embryo frühzeitig und auf einer niederen Organisationsstufe geboren, so wird sich wiederum die freie Entwicklung viel complicirter gestalten und neben der Grössenzunahme mannigfache Vorgänge von Umbildung und Formveränderung darbieten. Das

neugeborene Junge erscheint dann dem ausgewachsenen Thiere gegenüber als *Larve* und wächst allmälig und keineswegs direct und gleichmässig, sondern im Anschluss an die Bedürfnisse einer selbstständigen Ernährung und Vertheidigung, eventuell unter anderen Lebensbedingungen an einem ganz verschiedenen Aufenthaltsort und daher unter „provisorischen" Einrichtungen zu der Form des Geschlechtsthieres aus. Man nennt diese Form postembryonaler Entwicklung *Metamorphose*.

Bekannte Beispiele von Metamorphose liefert die Entwicklungsgeschichte der Amphibien und Insecten. Aus den Eiern der Frösche und Kröten schlüpfen geschwänzte, extremitätenlose Larven, die sog. Kaulquappen (Fig. 150) aus. Dieselben erinnern durch ihren comprimirten Ruderschwanz und die Kiemenathmung an die Fische und besitzen in zwei kleinen kehlständigen Sauggruben Haftorgane, um sich an Pflanzentheilen vor Anker zu legen. Die Mundöffnung wird von einer Hornscheide bekleidet, der spiralig aufgerollte Darmcanal ist auffallend lang, das Herz einfach, und die Gefässbogen verhalten sich denen der Fische ähnlich. Nachdem mit fortschreitendem Wachsthum die äusseren Kiemenbäumchen rückgebildet und durch neue, von einer Hautduplicatur überwachsene Kiemenblättchen ersetzt worden sind, auch der Hautsaum des Schwanzes eine bedeutendere Höhe erlangt hat, wachsen zunächst die hinteren Gliedmassen hervor, während die vorderen, wenngleich keineswegs später angelegt, noch längere Zeit unter der Körperhaut versteckt bleiben und erst später nach aussen durchbrechen. Inzwischen haben sich auch die Lungen als Anhänge des Vorderarmes entwickelt und als Athmungsorgane die Kiemen verdrängt, die Duplicität des Herzens und Kreislaufs ist zur Ausbildung gelangt und der Hornschnabel abgeworfen. Schliesslich bleibt noch die durch Schrumpfung vorbereitete Rückbildung des Schwanzanhanges übrig, um aus der wasserlebenden Kaulquappe die zum Landleben befähigte Frosch- oder Krötenform hervorgehen zu lassen (Fig. 151).

Fig. 150.

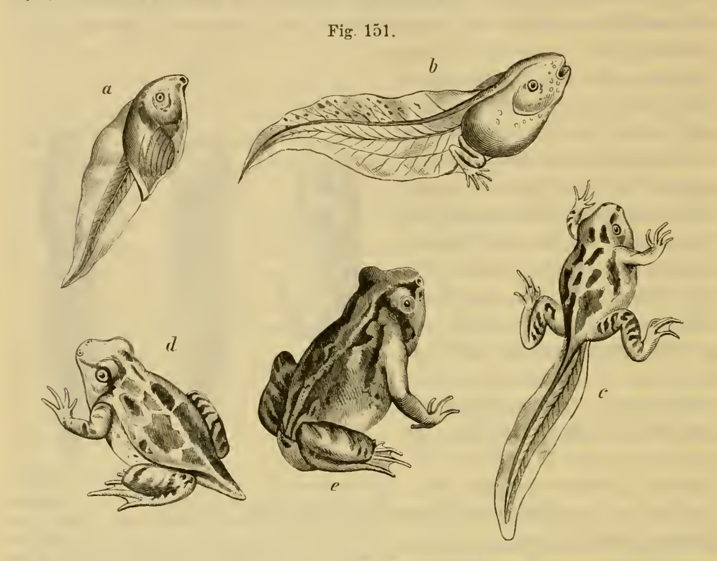


Larvenzustände des Frosches, nach Ecker. *a* Embryo einige Zeit vor dem Ausschlüpfen mit warzenförmigen Kiemenvorsprüngen auf den Visceralbögen, *b* Larve einige Zeit nach dem Ausschlüpfen, mit Kiemenbäumchen, *c* ältere Larve mit Hornschnabel und kleiner Kiemenspalte unter dem häutigen Kiemendeckel, mit inneren Kiemen. *N* Nasengrube, *S* Sauggrube, *K* Kiemen, *A* Auge, *Hz* Hornzähne.

Für die allerdings durch Uebergänge verbundenen, bei schärferer Ausprägung aber bestimmt gegenüberstehenden Entwicklungsformen der *Meta-*

morphose und der *directen Entwicklung* erscheint in erster Linie die Quantität des dem Embryo zu Gebote stehenden Bildungs- und Nahrungsmateriales im Verhältniss zur Grösse des ausgewachsenen Thierleibes von Bedeutung (R. Leuckart). Die Thiere mit *directer Entwicklung* bedürfen — und zwar im Allgemeinen proportional der Höhe ihrer Organisationsstufe und Körpergrösse — einer reicheren Ausstattung des Eies mit Nahrungsdotter oder besonderer accessorischer Ernährungsquellen für den sich entwickelnden Embryo, sie entstehen daher entweder aus relativ sehr grossen Eiern *(Vögel)*

Fig. 151.



Spätere Entwicklungsstadien des Krötenfrosches *(Pelobates fuscus)*. *a* Larve noch ohne Extremitäten mit hohem Flossenkamm, *b* ältere Larve mit hinteren Gliedmassen, *c* geschwänzte Larve mit beiden Gliedmassenpaaren, *d* junger Krötenfrosch mit Schwanzstummel, *e* derselbe nach Verlust des Stummels.

oder bilden sich in inniger Verbindung mit dem mütterlichen Körper unter fortwährender Zufuhr von Nahrungsstoffen aus *(Säugethiere)*. Die Thiere dagegen, welche sich mittelst *Metamorphose* entwickeln, entstehen durchwegs in relativ kleinen Eiern und erwerben nach der Geburt selbständig durch eigene Thätigkeit das ihnen im Eileben gewissermassen vorenthaltene, für ihre weitere Entwicklung nothwendige Material. Die Mutterthiere jener bringen unter sonst gleichen Verhältnissen, unter Voraussetzung einer gleichen Productivität, das heisst Erübrigung einer im Verhältnisse zum Körpergewicht bestimmten Menge von Bildungsmaterial, eine nur geringe, die Mutterthiere dieser aus der gleichen zur Fortpflanzung verwendbaren Menge von Zeugungsmaterial eine grosse Zahl von Nachkommen hervor; die Metamorphose erscheint daher als eine Entwicklungsform, welche die Grösse der Fruchtbarkeit.

das heisst die Zahl der aus einer gegebenen Bildungsmasse erzeugten Nachkommen, beträchtlich erhöht, und hat demgemäss auch im Haushalt der Natur unter den mannigfachen Wechselbeziehungen des Naturlebens eine grosse physiologische Bedeutung.

Man hat in früherer Zeit die indirecte, unter Vorgängen mannigfacher Reductionen und Neubildungen sich vollziehende Entwicklung oder „Metamorphose", indem man als Zweck derselben die Erhöhung der Fruchtbarkeit betrachtete, aus dem Bedürfniss von Schutz- und Ernährungseinrichtungen der frühzeitig in's freie Leben getretenen einfach und unvollständig organisirten Jugendform mehr teleologisch zu erklären versucht (R. Leuckart). Mit dem Nachweise solcher Wechselbeziehungen wie zwischen den besonderen Larvenorganen und der eigenthümlichen Ernährungsweise und Schutzmittel ist nun zwar ein wichtiger Factor zum Verständniss der besonderen Einrichtungen, aber ebenso zweifellos noch keine Erklärung derselben gegeben. Einer Erklärung treten wir erst mit Hilfe der Principien des Darwinismus und der Descendenzlehre näher, nach welcher Form und Bau der Larven mit der Stammesentwicklung *(Phylogenie)* in Beziehung zu setzen und in der Weise aus Formzuständen jener abzuleiten sind, dass die jüngeren Larvenzustände primitiven, die vorgeschritteneren dagegen später aufgetretenen und höher organisirten Thierformen entsprechen würden. In diesem Sinne erscheinen die Entwicklungsvorgänge des Individuums als eine mehr oder minder vollständige Recapitulation der Entwicklungsgeschichte der Art, freilich mit mannigfachen, im Kampfe um's Dasein durch Anpassung entstandenen Veränderungen und erst secundär erworbenen Eigenthümlichkeiten [Fritz Müller's[1]), übrigens schon von älteren Anatomen, wie Fr. Meckel, behaupteter Fundamentalsatz, von E. Haeckel als *biogenetisches Grundgesetz* bezeichnet]. Die Urgeschichte der Art wird demgemäss in der Entwicklungsgeschichte des Individuums um so vollständiger erhalten sein, je länger die Reihe der Jugendzustände ist, welche sie gleichmässigen Schrittes durchläuft; sie wird um so treuer erhalten sein, je weniger die Eigenthümlichkeiten der Jugendzustände als selbstständig erworben, beziehungsweise als aus späteren in frühere Lebensabschnitte zurückverlegt sich herausstellen. Indessen gibt es zahlreiche Larvenformen, die selbst erst secundär durch Anpassung zu erklären sind (zahlreiche Insectenlarven), und auch unter den Larven der Crustaceen, die oft eine grosse Reihe von Verwandlungen erfahren, sind nur wenige, wie das Mysisstadium der Makruren, von unmittelbar *phyletischem* Werthe. Die jüngeren dieser Larven, wie die *Zoëa* der Decapoden und der für Entomostraken und Malakostraken gleich bedeutungsvolle *Nauplius*, weisen keineswegs, wie man früher glaubte, auf uralte Stammgruppen der Zoëopoden und Naupliaden hin, sondern tragen unverkennbare Spuren secundärer, durch Anpassung erworbener und in die Jugendform

[1]) Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1863, pag. 75—81.

zurückverlegter Merkmale. Dagegen scheint die bei den Anneliden und Mollusken verbreitete Lovén'sche Larve *(Trochophora* oder *Trochosphaera)* einen hohen phyletischen Werth zu besitzen und auf gemeinsame Stammformen dieser Kreise hinzuweisen.

Die Metamorphose ist daher eine mit der phyletischen Entwicklung innig verknüpfte Erscheinung und offenbar die primäre Form der Entwicklung.

Die in der Entwicklungsgeschichte erhaltene geschichtliche Urkunde wird nun aber durch Vereinfachung und Abkürzung der freien Entwicklung allmälig verwischt, indem die aufeinanderfolgenden Phasen der Umgestaltung allmälig mehr und mehr in das Leben des Embryos zurückgedrängt werden und unter dem Schutze der Eihüllen auf Kosten eines reichlicher abgeschiedenen Nährmaterials (secundärer Dotter, Eiweiss, Ernährung mittelst Placenta) rascher und in abgekürzter Form zum Ablauf kommen *(Garneelen, Flusskrebs, Säugethiere)*. Bei den Thieren mit directer Entwicklung ist demnach die complicirte Entwicklung innerhalb der Eihüllen eine zusammengezogene und vereinfachte Metamorphose und also die sogenannte directe Entwicklung der Metamorphose gegenüber eine *secundäre* Entwicklungsform.

Generationswechsel, Polymorphismus, Heterogonie und Dissogonie.

Sowohl bei der directen als indirecten Entwicklung mittelst Metamorphose kommen die aufeinanderfolgenden Formzustände in der Lebensgeschichte desselben Individuums zum Ablauf. Es gibt aber auch Formen der freien Entwicklung, bei welcher das Individuum nur einen Theil der Umgestaltungen durchläuft, während die von ihm erzeugten Nachkommen den andern Theil derselben zur Erscheinung bringen. Dann wird der Lebenscyclus der Art durch zwei oder mehrere Generationen repräsentirt, welche bei verschiedener Gestaltung und Organisation unter abweichenden Lebensbedingungen sich ernähren und in verschiedener Weise fortpflanzen.

Eine solche Entwicklungsform ist der *Generationswechsel (Metagenese)*, der gesetzmässige Wechsel einer geschlechtlich ausgebildeten Generation mit einer oder mehreren ungeschlechtlich sich fortpflanzenden Generationen. Vom Dichter Chamisso[1]) an den Salpen entdeckt, jedoch länger als zwei Decennien unbeachtet geblieben, wurde der Generationswechsel von J. Steenstrup[2]) wieder entdeckt und an der Fortpflanzung einer Reihe von Thieren *(Medusen, Trematoden)* als ein Entwicklungsgesetz erörtert. Das Wesen derselben beruht darauf, dass die Geschlechtsthiere Nachkommen erzeugen, welche von ihren Eltern zeitlebens verschieden bleiben, jedoch fortpflanzungsfähig sind, und

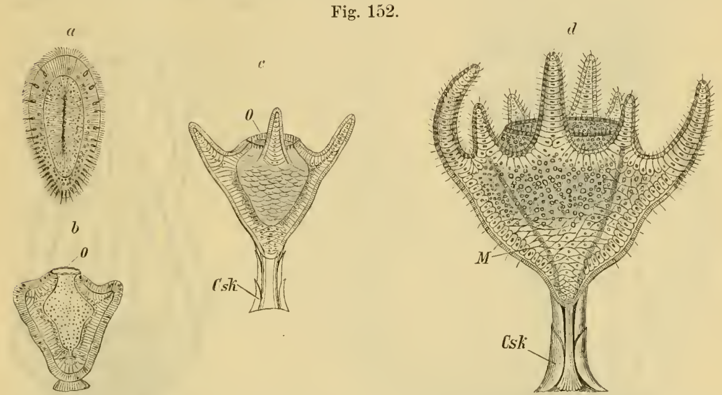
---

[1]) Adalbert de Chamisso, De animalibus quibusdam e classe vermium Linnaeana in circumnavigatione terrae auspicante comite N. Romanzoff duce Ottone de Kotzebue annis 1815, 1816, 1817, 1818 peracta. Fasc. I. De salpa. Berolini 1819.

[2]) Joh. Jap. Sm. Steenstrup, Ueber den Generationswechsel etc., übersetzt von C. H. Lorenzen. Kopenhagen 1842.

zwar auf ungeschlechtlichem Wege als *„Ammen“* eine Brut hervorbringen, die entweder zur Organisation und Lebensweise der Geschlechtsthiere zurückkehrt, oder sich abermals ungeschlechtlich vermehrt und erst in ihren Nachkommen zu den Geschlechtsthieren zurückführt. Im letzteren Falle nennt man die erste Generation der *Ammen* die *„Grossammen“* und die von ihnen erzeugte zweite Ammengeneration *„Ammen“;* das Leben der Art wird dann durch die Entwicklung von drei verschiedenen, aus einander hervorgehenden Generationen (Geschlechtsthier, Grossamme und Amme) zusammengesetzt. Die Entwicklung der zwei, drei oder zahlreichen Generationen kann eine directe sein oder auf einer mehr oder minder complicirten Metamorphose beruhen, und ebenso kann das Verhältniss von Ammen zur Geschlechtsgeneration bald mehr dem von ähnlich sich ernährenden und eine ähnliche

Fig. 152.



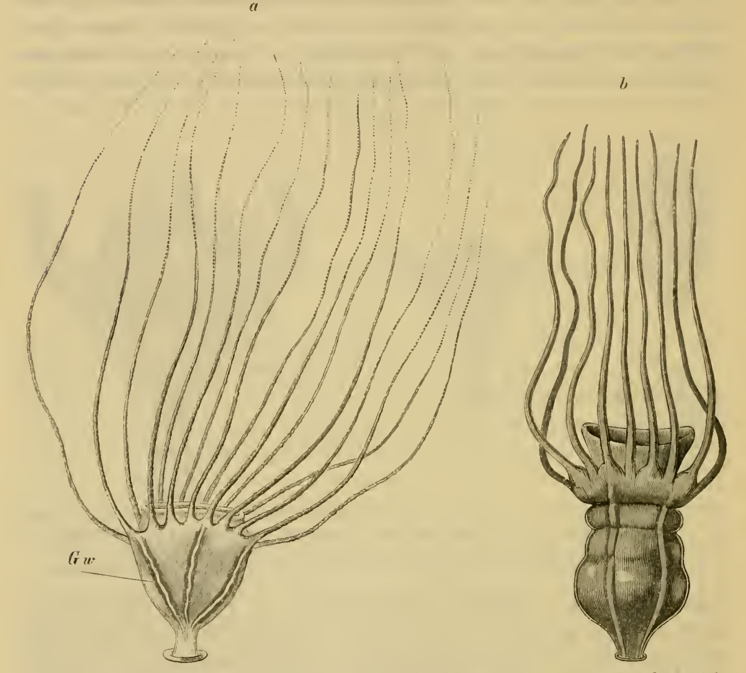
Entwicklung der Planula von *Chrysaora* bis zur achtarmigen Scyphistoma. *a* Zweischichtige Planula mit der engen Gastralspalte. — *b* Dieselbe nach ihrer Festheftung mit neugebildeter Mundöffnung *(o)* im Stadium der Tentakelbildung. — *c* Vierarmiger Scyphistomapolyp. *Csk* Ausgeschiedenes Cuticularskelet. — *d* Achtarmiger Scyphistomapolyp mit weit geöffnetem Munde. *M* Längsmuskeln der Gastralwülste.

Organisationsstufe vertretenden Thierformen (z. B. *Salpen*), bald dem von Larve und Geschlechtsthier (z. B. *Medusen*) entsprechen. Demgemäss haben wir verschiedene Formen von Generationswechsel zu unterscheiden, die auch genetisch eine verschiedene Ableitung und Erklärung finden.

Das letztere, der Metamorphose ähnliche Verhältniss der Metagenese haben wir uns in den meisten Fällen in der Weise entstanden zu erklären, dass die Ammenform, einem niederen Zustande der Stammesentwicklung entsprechend, von diesem die Fähigkeit ungeschlechtlicher Fortpflanzung ererbte, während die geschlechtliche Fortpflanzung lediglich dem phyletisch höchsten Gliede zukam. Beispielsweise die Metagenese der Schirmquallen. Die aus dem Ei ausgeschlüpfte, bewimperte Planula (Gastrula mit geschlossenem Urmund, Fig. 152) setzt sich nach längerem Umherschwärmen an dem bei der Bewegung nach vorne gerichteten Pole fest und gewinnt an dem freien Pole

eine neue Mundöffnung, in deren Umgebung mit dem fortschreitenden Wachsthum 1, 2, 4, 8, schliesslich 16 lange Fangarme hervorwachsen, während sich das breite Mundfeld als contractiler Mundkegel erhebt. In das Innere der Gastralhöhle springen vom Fusspunkt bis zur Basis des Mundkegels vier von Längsmuskelzügen begleitete Gastralwülste vor. Nachdem der nunmehr zur *Scyphistoma (Scyphostoma)* gewordene Polyp unter günstigen Ernährungsbedingungen eine gewisse Grösse (von etwa 2 bis 4 Mm.) erreicht

Fig. 153.



a Sechzehnarmige Scyphistoma (schwächer vergrössert). *Gw* Gastralwülste. — *b* Beginnende Strobilabildung von *Chrysaora*, der Tentakelkranz bis auf die basalen Wülste der Tentakeln noch unverändert.

hat, bilden sich am vordern Körpertheil ringförmige Einschnürungen aus, durch welche eine Reihe von segmentähnlichen Abschnitten entsteht. Zunächst schnürt sich der vorderste, den Tentakelkranz umfassende Körpertheil ab, und ihm folgt, indem sich neue Segmentringe continuirlich in der Richtung von vorne nach hinten abschnüren, eine grössere oder geringere Zahl von Abschnitten, hinter denen das kolbig angeschwollene Endstück des Polypenleibes ungetheilt bleibt (Fig. 153). Die Scyphistoma ist zur *Strobila* geworden, welche selbst verschiedene Entwicklungsphasen durchläuft. Während sich

nämlich die Fangarme zurückbilden, gestalten sich die aufeinanderfolgenden, durch Einschnürungen abgesetzten Segmente unter Bildung von Lappenfortsätzen und Randkörpern (rückgebildeten Tentakeln) zu kleinen, flachen Scheiben um, welche sich loslösen und als *Ephyren* die Larven der Schirmquallen darstellen (Fig. 154 *a*, *b*).

Im anderen Falle, wo Amme und Geschlechtsthier, wie bei den Salpen, morphologisch einander gleichstehen, dürfte sich die Metagenese (ähnlich wie Trennung des Geschlechtes aus dem Hermaphroditismus) auf dem Wege der Arbeitstheilung aus ursprünglich gleichgestalteten Geschlechtsthieren, welche zugleich Knospen producirten, entwickelt haben. Es war für die Entwicklung der regelmässigen Knospenkette (am Stolo prolifer) von Vortheil, dass an den dieselbe producirenden Individuen die geschlechtliche Zeugung unterdrückt und die Fortpflanzungsorgane bis zum schliesslichen Schwunde der Anlagen rückgebildet wurden, während die zu Ketten vereinigten Individuen ihre Geschlechtsorgane frühzeitig zur weiteren Ausbildung brachten, dagegen die Anlagen zum Stolo prolifer völlig rückbildeten.

Fig. 154.



a Ausgebildete Strobila mit sich loslösenden Ephyren. — *b* Die freigewordene Ephyra (von circa 1·5 bis 2 Mm. Durchm.).

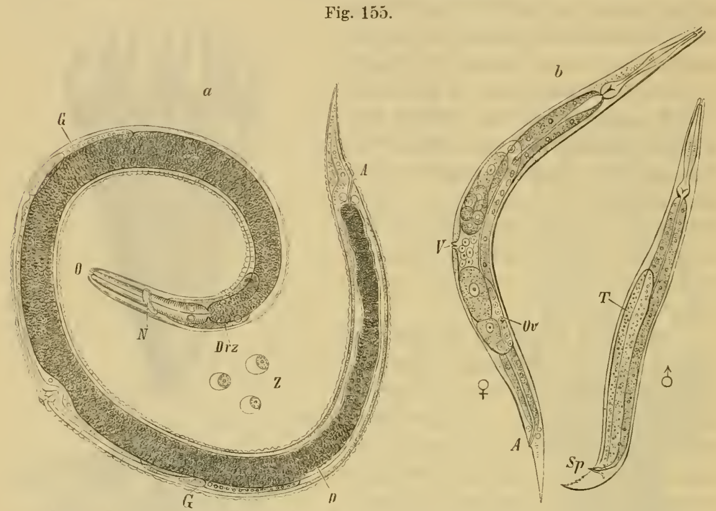
Wie aber überhaupt bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Knospung im Falle unterbliebener Abtrennung Colonien und Stöcke von Einzelthieren ihren Ursprung nehmen, so ergeben sich auch bestimmte Formen des Generationswechsels durch den dauernd aufrecht erhaltenen Verband von Amme und Geschlechtsthier (Hydroiden). Gestalten sich die am Thierstock sprossenden Individuen nicht alle in gleicher Weise zu ernährenden und aufammenden und zu Geschlechtsindividuen, sondern differiren dieselben nach Bau und Gestaltung so, dass sie entsprechend verschiedene Leistungen und Arbeiten für die Erhaltung des Stockes besorgen, so ergibt sich die als *Polymorphismus*[1]) bekannte Form des Generationswechsels, welche an den polymorphen Thierstöcken der *Siphonophoren* zu hoher Ausbildung gelangt. Diese Form des Generationswechsels lässt sich oft von der Metamorphose schwer oder überhaupt nicht abgrenzen, weil es sich um Erzeugung von Individualitätszuständen handelt, welche in einem Falle Organcomplexe

[1]) R. Leuckart, Ueber den Polymorphismus der Individuen oder die Erscheinung der Arbeitstheilung in der Natur. Giessen 1851.

bleiben, im anderen zur Selbstständigkeit gelangen (Bandwürmer, *Taenia, Bothriocephalus, Ligula, Caryophyllaeus*).

Eine der Metagenese ähnliche, aber genetisch in anderer Weise zu erklärende Form der Fortpflanzung ist die erst in neuerer Zeit bekannt gewordene *Heterogonie*. Dieselbe charakterisirt sich durch die Aufeinanderfolge verschieden gestalteter, unter abweichenden Ernährungsverhältnissen lebender Geschlechtsgenerationen, von denen sich eine oder mehrere auch agam durch spontane Eientwicklung bei Ausfall der Männchen fortpflanzen können. Die zuerst für kleine Nematoden *(Rhabdonema nigrovenosum* und *Leptodera appendiculata)* nachgewiesene Heterogonie ist wohl kaum anders

Fig. 155.



a Rhabdonema nigrovenosum von circa 3·5 Mm. Länge im Stadium der männlichen Reife. *G* Genitaldrüsen, *O* Mund, *D* Darm, *A* After, *N* Nervenring, *Drz* Drüsenzellen, *Z* isolirte Zoospermien derselben. — *b* Männliche und weibliche *Rhabditis*-Formen derselben von 1·5 bis 2 Mm. Länge. *Ov* Ovarium. *T* Hoden, *F* weibliche Genitalöffnung, *Sp* Spicula.

als durch Anpassung an veränderte Lebensbedingungen entstanden zu denken. Je nachdem der kleine Rundwurm als Parasit unter günstigen Ernährungsbedingungen sich entwickelt oder im Freien auf die spärlichen Nährstoffe in feuchter Erde oder schlammigem Wasser angewiesen ist, gestaltet sich der Körper des Geschlechtsthieres auch in seiner Organisation in dem Masse verschieden, dass wir beiderlei Formen nach den Differenzen ihres Baues zu verschiedenen Gattungen stellen würden. Bei *Rhabdonema nigrovenosum* aus der Lunge der Batrachier und der zu ihr gehörigen, frei lebenden *„Rhabditis"* — und dasselbe gilt für einige andere, erst in jüngster Zeit bekannt gewordene Fälle von Heterogonie kleiner Nematoden *(Rhabdonema intestinalis* aus dem Darme des Menschen und *Rhabditis stercoralis, Allanto-*

nema mirabile mit seiner freien Rhabditisgeneration) — folgen beide Generationen in streng alternirendem Wechsel (Fig. 155 *a* und *b*). Nicht so bei *Leptodera appendiculata* aus der Wegschnecke, indem hier die alternirende Fortpflanzung nicht nothwendige Bedingung ist, vielmehr das Eintreten in die eine oder andere Form facultativ auch den besonderen Verhältnissen wechselt.

Bei den Insecten trifft man Formen von Heterogonie, für welche zugleich der Wechsel parthenogenetischer Eientwicklung mit der befruchteter Eier charakteristisch ist und ein oft sehr ausgeprägter *Polymorphismus* der zu einer Art gehörigen Individuen zur Erscheinung kommt. So z. B. bei den Rindenläusen *(Chermes)* und Wurzelläusen *(Phylloxera)*, bei denen sich eine oder mehrere (geflügelte und ungeflügelte) weibliche Generationen parthenogenetisch fortpflanzen und lediglich aus eierlegenden Weibchen bestehen, während die befruchtete Eier ablegende Generation von Weibchen zugleich im Vereine mit Männchen — durch die Reduction der Mundtheile und des Darmapparates, sowie die geringe Körpergrösse ausgezeichnet — nur zu einer bestimmten Jahreszeit zur Erscheinung kommt. Als eine Vorstufe von Heterogonie kann man den bei manchen Schmetterlingen, wie bei *Vanessa (prorsa) levana* höchst ausgesprochenen Saisondimorphismus betrachten, für welchen charakteristisch ist, dass zu verschiedenen Jahreszeiten Generationen mit verschieden gefärbter Flügelzeichnung auftreten (Fig. 156).

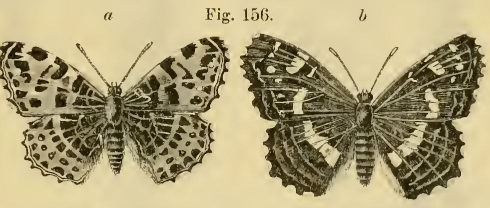


Fig. 156.

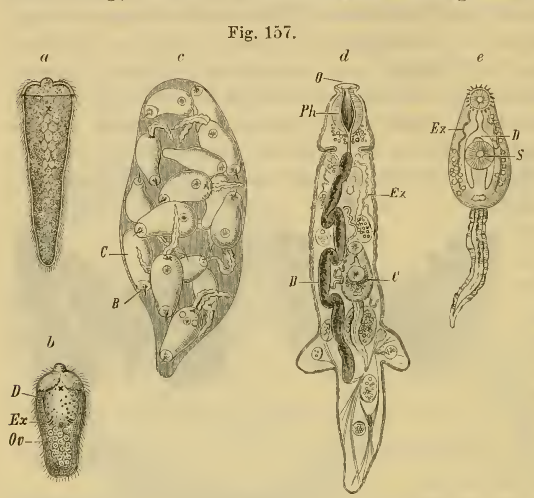
Vanessa (prorsa) levana-Weibchen. *a* Winterform, *b* Sommerform. (Nach Weismann.)

Aehnliche Formen von *Heterogonie* haben mit dem Generationswechsel vornehmlich dann grosse Aehnlichkeit, wenn die parthenogenetischen Generationen dem Ausfall der Begattung und Befruchtung weiterhin angepasst sind und als *agame* begattungsunfähige Weibchen in ihrem Generationsapparat wesentliche Abweichungen dem sich begattenden Weibchen gegenüber gewonnen haben. Dieser Fall trifft für die *Blattläuse* und *Gallenläuse* zu, deren Fortpflanzung man nach dem Vorgange von Steenstrup und v. Siebold lange Zeit als Generationswechsel beurtheilte, bis die auf die Fortpflanzungsvorgänge der verwandten Rindenläuse gestützte Auffassung als Heterogonie zur Geltung gelangte. Nach dieser sind die viviparen sog. Blattlaus*ammen* eine Form von abweichend gestalteten, der parthenogenetischen Fortpflanzung angepassten Weibchen und der Keimstock derselben ist nichts Anderes als das modificirte Ovarium.

Es gibt aber auch Fälle, bei welchen die parthenogenetische Entwicklung des Eies schon frühzeitig in dem eben angelegten Ovarium der Jugendform beginnt, die Fortpflanzung also in das Larvenleben zurück-

verlegt wird, und sich demnach die Larve physiologisch einer larvenähnlichen Amme gleich verhält. Dann erhalten wir, wie durch Nic. Wagner für die Larven einer Gallmücke, *Cecidomyia (Miastor)* und durch O. Grimm für die Puppen einer *Chironomus*-Art bekannt wurde, eine dem Generationswechsel ähnliche Form von Heterogonie, welche im Zusammenhange mit frühzeitig eingetretener parthenogenetischer Eientwicklung zu erklären ist. Schon die morphologisch unentwickelte Jugendform oder Larve hat die Fähigkeit gewonnen, mittelst ihrer Keimanlage sich fortzupflanzen, eine Erscheinung, welche man nach dem Vorschlage von C. E. v. Baer als *Paedogenese* bezeichnet hat.

Fig. 157.



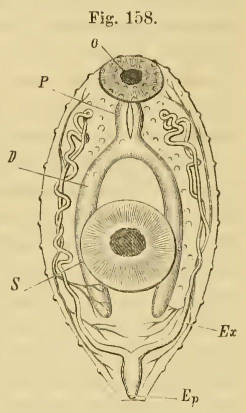
Entwicklungsgeschichte von *Distomum*, zum Theil nach R. Leuckart. *a* Freischwimmender bewimperter Embryo des Leberegels. — *b* Derselbe contrahirt, mit Darmanlage *D* und Zellenhaufen *Oo* (Anlage der Genitaldrüse), *Ex* Wimperapparat der Wassergefässanlage. — *c* Die aus einem Distomum-Embryo hervorgegangene Sporocyste, mit Cercarienbrut *(C)* gefüllt, *B* Bohrstachel einer Cercarie. — *d* Redie mit Mund *(O)*, Pharynx *(Ph)* und Darm *(D)*, *Ex* Excretionsorgan, *C* Cercarienbrut im Innern derselben. — *e* Freigewordene Cercarie. *S* Saugnapf. *D* Darm.

Wenn man die Keimanlage als Keimstock und die in derselben enthaltenen Zellen als Keimzellen oder Sporen deuten will, so würde die Fortpflanzung der Cecidomyien in die Kategorie des Generationswechsels fallen, eine Deutung, welche jedoch um so weniger haltbar ist, als der dem Pflanzenreich entlehnte Begriff von „Spore“ bei den Metazoen überhaupt durch keine Thatsache begründet werden kann und demnach unhaltbar wird. Die als Sporen oder Keimzellen betrachteten Fortpflanzungszellen der Metazoen dürften wohl in allen Fällen dem Zellencomplexe entstammen, welcher die Anlage des Ovariums repräsentirt und meist schon in frühen Stadien der Embryonalentwicklung nachweisbar ist.

Dem entsprechend ist es kaum zweifelhaft, dass auch die Entwicklung der Distomeen, die man bislang auf Generationswechsel zurückführte, einer mit Paedogenese verbundenen Form der Heterogonie entspricht. Nach Ablauf der Furchung und Embryonalentwicklung verlassen die bewimperten Embryonen (Fig. 157 *a, b*) meist im Wasser die Eihüllen und

gelangen auf dem Wege selbstständiger Wanderung an den Körper einer Schnecke, in deren Leibesraum sie eindringen, um zu einer schlauchförmigen oder verästelten *Sporocyste* (Fig. 157 *c*), beziehungsweise zu einer mit Mund und Darmanlage versehenen *Redie* (Fig. 157 *d*) zu werden. Diese morphologisch tiefstehenden Entwicklungsstadien erzeugen durch sog. Keimkörner oder Sporen eine Generation von Nachkommen, welche als „*Cercarien*" (Fig. 157 *e*) frei werden, dann sich im Körper eines Zwischenträgers nach Verlust von Mundstachel und Schwanzanhang encystiren (Fig. 158) und, von hier in den Organismus des definitiven Wohnthieres übertragen, zum Geschlechtsthier heranwachsen. Es ist jedoch auch hier in hohem Grade wahrscheinlich, dass das Keimorgan, aus deren Zellen die Cercarien stammen, den Zellencomplex der Ovarialanlage repräsentirt, deren Elemente sich ohne Zuthun von Zoospermien, also parthenogenetisch, entwickeln. Es würden alsdann die sog. Keimschläuche (Sporocysten oder Redien) fortpflanzungsfähige Larven sein. Die Cercarien aber repräsentiren eine zweite, weiter vorgeschrittene Larvenphase. Mit beweglichem Schwanzanhang, häufig auch mit Augen und Mundstachel versehen, zeigen sie in ihrer Organisation bis auf den Mangel entwickelter Generationsorgane bereits grosse Aehnlichkeit mit den Geschlechtsthieren, zu denen sie sich erst im Leibe eines andern, meist höher organisirten Wohnthieres nach Verlust ihrer Larvenorgane ausbilden.

Fig. 158.



Jugendliches Distomum, nach La Valette. *Ex* Stämme des Wassergefässsystems, *Ep* Excretionsporus, *O* Mundöffnung mit Saugnapf, *S* Saugnapf in der Mitte der Bauchfläche, *P* Pharynx, *D* hufeisenförmiger Darm.

Wer den Begriff der Spore als ungeschlechtliches Fortpflanzungsproduct aufrecht erhält, wird in der Praxis unmöglich eine scharfe Grenze zwischen Generationswechsel und Heterogonie durchzuführen im Stande sein, da es für Spore und parthenogenetisch sich entwickelnde Eizelle kein absolutes Criterium gibt. Im anderen Falle aber, bei der, wie es scheint, zutreffenden Deutung der sog. Sporen als spontan entwicklungsfähige Zellen der Ovarialanlage, sind *Generationswechsel* und *Heterogonie* scharf von einander abzugrenzen, indem sich die Ammenzustände lediglich durch Sprossung und Theilung vermehren, während die Fortpflanzung durch sog. Keimzellen als spontan entwicklungsfähige Eizellen der Heterogonie zufällt.

Ein wesentlicher Charakter sowohl der *Heterogonie* als des *Generationswechsels* beruht auf der verschiedenen Gestaltung der im Leben der Art auftretenden Generationen, welche meist in regelmässig alternirendem Wechsel folgen. Es gibt aber auch Formen der Fortpflanzung, bei denen in der Lebensgeschichte des Individuums zwei in verschiedener Weise sich fort-

pflanzende Zustände folgen. Diese sind für die Erklärung der Entstehungsweise des Generationswechsels und der Heterogonie von grossem Interesse, indem sie gewissermassen als Vorstufen der alternirenden Folge zweier oder mehrerer Generationen von Individuen erscheinen. Hierher gehört der sog. Generationswechsel bei Steinkorallen (Blastotrochus), welche sich als Jugendform durch Knospung fortpflanzen, ohne damit die Fähigkeit zu verlieren, später in das Stadium der Geschlechtsreife einzutreten.

In die Kategorie der unvollkommenen *Heterogonie* würden die Fortpflanzungsvorgänge der Phyllopoden und Rotatorien zu stellen sein, deren Weibchen Sommereier (mit parthenogenetischer Entwicklung) und später befruchtungsbedürftige Wintereier erzeugen *(Daphniden)*. Erst da, wo die Existenz besonderer, in dem angeführten Falle parthenogenesirender Generationen, welche sich nur ohne Männchen fortpflanzen, neben besonderen Geschlechtsgenerationen nachweisbar ist und für jene Besonderheiten bestehen, mit welchen der Ausfall der Befruchtung im Zusammenhang steht, werden wir eine wahre Heterogonie zu constatiren haben.

Eine an die Heterogonie erinnernde, aber von derselben verschiedene Form der Fortpflanzung wurde als *Dissogonie* bezeichnet. Dieselbe ist unter den gelappten Rippenquallen verbreitet und beruht auf der in zweifachen Formzuständen des Individuums, der Larve und der morphologisch entwickelten Form, eintretenden geschlechtlichen Fortpflanzung. Wie Chun nachgewiesen hat, gelangen wahrscheinlich unter dem Einfluss erhöhter Temperatur die cydippenförmigen Larven von *Eucharis* und *Bolina* alsbald nach dem Verlassen der Eihülle zur Geschlechtsreife, bilden aber nach Ablage befruchteter Eier die sexuellen Keimlager wieder zurück, um sich allmälig zu den gelappten Rippenquallen weiter zu entwickeln. Als solche erlangen sie viele Monate später zum zweiten Male die Geschlechtsreife, so dass die geschlechtliche Thätigkeit derselben durch die Metamorphose unterbrochen wird. In ähnlicher Weise dissogon (man könnte sagen polygon) verhalten sich auch zahlreiche Hydroidmedusen *(Eucope variabilis)* und Siphonophoren *(Forskalia, Halistemma)*, indem sie in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung vor Eintritt in das morphologisch ausgestaltete Endstadium Geschlechtsproducte erzeugen.

Bedeutung des Systems.

Ueber den Werth des Systems ist man verschiedener Ansicht gewesen. Während im vorigen Jahrhundert der französische Zoolog Buffon das System für eine Erfindung des menschlichen Geistes ausgab, glaubte in neuerer Zeit L. Agassiz allen Abtheilungen des Systems eine reale Bedeutung beilegen zu können. Er erklärte das natürliche, auf die Verwandtschaft der Organisation begründete System für eine Uebersetzung der Gedanken des Schöpfers in die menschliche Sprache, durch dessen Erforschung

wir unbewusst Ausleger seiner Ideen würden. Indessen können wir eine Anordnung, welche aus den in der Natur begründeten Beziehungen der Organisation abgeleitet ist, nicht eine menschliche Erfindung nennen und ebensowenig den subjectiven Antheil unserer Geistesthätigkeit hinwegleugnen, da sich in jedem System ein Verhältniss von Thatsachen des Naturlebens zu unserer Auffassung und zum Stande der wissenschaftlichen Erkenntniss ausspricht. In diesem Sinne nennt Goethe treffend natürliches System *einen sich widersprechenden Ausdruck*.

Das Reale, welches bei Aufstellung von Systemen in Betracht kommt, sind die Einzelformen als Objecte der Beobachtung. Alle systematischen Begriffe von der Art an bis zum *Thierkreis* beruhen auf Zusammenfassung von übereinstimmenden und ähnlichen Eigenschaften und sind Abstractionen des menschlichen Geistes.

Artbegriff. Die grosse Mehrzahl der Forscher stimmte bis in die neueste Zeit darin überein, die Art oder *Species* als selbstständig in's Leben getretene Einheit mit gleichen, in der Fortpflanzung sich erhaltenden Eigenschaften anzusehen. Man war bis in die neueste Zeit von dem Grundgedanken der Linné'schen Speciesdefinition: „Tot numeramus species quot ab initio creavit infinitum ens“ im Wesentlichen befriedigt. Auch stand diese Anschauung mit einem auf dem Gebiete der Geologie herrschenden Dogma im Einklang, nach welchem die aufeinanderfolgenden Perioden der Erdbildung abgeschlossene Faunen und Floren bergen und durch gewaltige, die gesammte organische Schöpfung vernichtende Katastrophen begrenzt sein sollten. Insbesondere war es Cuvier, welcher diese Lehre vertrat. Gestützt auf umfassende Untersuchungen über die Knochenreste aus den tertiären Grobkalk- und Gypslagern der Pariser Umgebung glaubte Cuvier aus dem Mangel jeglicher Zwischenformen von fossilen und recenten Arten die Selbstständigkeit der letzteren folgern zu können. Zwar gestand er zu, dass sich aus den grossen Umwälzungen und Katastrophen einzelne wenige Lebensformen gerettet und in die neue Periode lebend erhalten hätten, vermochte sich jedoch über die Herkunft der zahllosen neuen Lebensformen keine Rechenschaft zu geben. Ohne an eine übernatürliche Schöpfung zu glauben, hielt er den Mangel von Zwischenformen für eine Thatsache von hohem Werth. Cuvier behauptete keineswegs, dass es zur Hervorbringung derselben einer neuen Schöpfung bedürfe, sondern nur, dass jene anderswoher als aus den Lebewesen des untergegangenen Zeitalters entsprungen sein mussten.

Nun unterscheiden sich die von einander abstammenden Thiere und Pflanzen der Jetztzeit durch zahlreichere grössere und kleinere Abweichungen, so dass der Artbegriff neben der Zugehörigkeit in den gleichen Generationskreis nicht durch die absolute Identität, sondern nur durch die Uebereinstimmung in den wesentlichsten Eigenschaften definirt werden kann. Die Art oder Species würde demnach im engen Anschluss an die Cuvier'sche

Definition der Inbegriff aller Lebensformen sein, welche *die wesentlichsten Eigenschaften gemeinsam haben, von einander abstammen und fruchtbare Nachkommen erzeugen.* Indessen lassen sich dieser Begriffsbestimmung, welcher die Voraussetzung zu Grunde liegt, dass sich das *Wesentliche der Eigenschaften* durch alle Zeiten in der Fortpflanzung unveränderlich erhalten müsse, keineswegs alle Thatsachen des Naturlebens befriedigend unterordnen.

Die zu ein und derselben Art gehörigen Individuen zeigen nicht nur geringe Unterschiede, die bei genauer Betrachtung zur Unterscheidung der Einzelformen hinreichen, sondern es treten auch im Kreise derselben Art Combinationen veränderter Merkmale auf als Abänderungen *(Varietäten),* welche sich auf die Nachkommen vererben können. Man nennt die grösseren, mit der Fortpflanzung sich erhaltenden Variationen *constante Varietäten* oder *Abarten, Rassen,* und unterscheidet *natürliche Rassen* und *Culturrassen.* Die ersteren finden sich im freien Naturleben, meist auf bestimmte Localitäten beschränkt, sie sind, wie man annimmt, in Folge klimatischer Bedingungen unter dem Einflusse abweichender Lebensweise und Ernährung im Laufe der Zeit entstanden. Die Culturrassen verdanken dagegen ihren Ursprung der Zucht und Cultur des Menschen und betreffen ausschliesslich die Hausthiere, deren Ursprung grösstentheils noch in tiefes Dunkel gehüllt ist.

Nun können aber Varietäten, welche von einer Art abstammen, untereinander sehr auffallend verschieden sein und in wichtigeren Merkmalen abweichen als verschiedene Arten im freien Naturleben. Beispielsweise erscheinen die Culturrassen der Taube, deren gemeinsame Abstammung von der Felstaube *(Columba livia)* von Darwin sehr wahrscheinlich gemacht wurde, einer so bedeutenden Abänderung fähig, dass ihre als Purzeltauben, Pfauentauben, Kröpfer, Eulentauben etc. bekannten Varietäten von dem Ornithologen ohne Kenntniss ihres Ursprungs für echte Arten gehalten und sogar unter verschiedene Gattungen vertheilt werden müssten.

Auch im freien Naturleben sind sehr häufig Varietäten der Qualität ihrer Merkmale nach von Arten nicht zu unterscheiden. Das *Wesentliche* der Charaktere pflegt man in der Constanz ihres Vorkommens zu finden und die Varietät daran zu erkennen, dass die sie auszeichnenden Merkmale variabler sind als bei der Species. Gelingt es, weit auseinanderstehende Formen durch eine Reihe continuirlich sich abstufender Zwischenformen zu verbinden, so hält man sie für extreme Varietäten derselben Art, während dieselben bei mangelnden Zwischengliedern, auch wenn die sie trennenden Unterschiede geringer, nur gehörig constant sind, als Arten gelten. Man begreift unter solchen Umständen, wie anstatt eines objectiven Criteriums der augenblickliche Stand der Erfahrung, das subjective Ermessen und der natürliche Takt des Beobachters über Art und Varietät entscheiden, und dass die Meinungen der verschiedenen Forscher in der Praxis weit auseinandergehen. Dieses Verhältniss haben Darwin und Hooker in ein-

gehender Weise vortrefflich erörtert. Als Beispiel ist von Nägeli[1]) angeführt worden, dass von den in Deutschland wachsenden *Hieracien* über 300 Arten unterschieden wurden, Fries führt sie als 106, Koch als 52 Arten auf, während Andere kaum mehr als 20 anerkennen. Nägeli behauptet sogar: „Es gibt kein Genus von mehr als 4 Species, über dessen Arten alle Botaniker einig wären, und es liessen sich viele Beispiele aufführen, dass seit Linné die nämlichen Arten wiederholt getrennt und zusammengezogen wurden."

Wir werden daher zur Bestimmung des Wesentlichen an den Eigenschaften, wenn es gilt, *Arten* von *Varietäten* zu sondern, auf den wichtigsten Charakter des Artbegriffes zurückgewiesen, der freilich in der Praxis fast niemals berücksichtigt wird: auf die *gemeinsame Abstammung und die Fähigkeit der fruchtbaren Kreuzung.* Doch stellen sich auch von dieser Seite der Begrenzung des Artbegriffes unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen.

Bastarde. Es ist eine allgemein bekannte Thatsache, dass auch Thierformen, welche zu verschiedenen Arten gehören, sich mit einander paaren und Nachkommen, *Bastarde,* erzeugen, z. B. Pferd und Esel, Wolf und Hund, Fuchs und Hund. Selbst entfernter stehende Arten, welche man zu verschiedenen Gattungen stellt, vermischen sich gelegentlich zur Erzeugung einer Nachkommenschaft, wie solche Fälle von Ziegenbock und Schaf, Ziege und Steinbock zur Beobachtung gekommen sind. Allein die Bastarde erweisen sich in der Regel unfruchtbar, sie bilden Zwischenstufen mit gestörtem Generationssystem ohne Aussicht auf Fortbestand, und auch im Falle der Zeugungsfähigkeit, die man häufiger an weiblichen Bastarden beobachtet hat, schlagen sie in die väterliche oder mütterliche Art zurück. Nun gibt es freilich für die Sterilität der Bastarde Ausnahmsfälle, welche als wichtige Beweise gegen die Abgeschlossenheit der Art zu sprechen scheinen. Nach den in Frankreich in grossem Maasstabe angestellten Züchtungsversuchen zwischen Hasen und Kaninchen scheint es, als wenn die zuerst von Roux in Angoulême für den Handel gezüchteten Hasenkaninchen(Lièvreslapins) vollständig fruchtbar wären. Auch sind Halbblut-Bastarde von Kaninchen und Hasen gezüchtet worden und haben sich durch viele Generationen auf dem Wege reiner Inzucht fruchtbar fortgepflanzt. Ebenso haben sorgfältige Versuche über Bastardirung von Pflanzen, insbesondere die Beobachtungen von W. Herbert zu dem Ergebniss geführt, dass manche Bastarde unter sich so vollkommen fruchtbar wie die reinen Stammarten sind.

Auch im freien Naturleben beobachtet man Mischformen verschiedener Arten, die nicht selten für selbstständige Arten gehalten und als solche beschrieben wurden *(Tetrao medius* als Bastard vom Auerhahn und Birkhuhn, ferner *Abramidopsis Leuckarti, Bliccopsis abramorutilus* u. A. sind nach v. Siebold Bastarde*).* Daher vermag die Sterilität der Bastarde nicht als Gesetz zu gelten, zumal auch zahlreiche Arten wild lebender Pflanzen

[1]) C. Nägeli, Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München 1865.

als Bastardarten erkannt worden sind (Kölreuter, Gärtner, Nägeli — *Cirsium, Cytisus, Rubus*). Umsoweniger erscheint es für die der menschlichen Cultur unterworfenen Thiere zweifelhaft, dass nach allmäliger Gewöhnung und Umänderung aus ursprünglich verschiedenen Arten persistente Zwischenformen durch Kreuzung erzielt werden können.

Schon Pallas sprach in diesem Sinne die Ansicht aus, dass nahe verwandte Arten, welche sich anfangs nicht miteinander paaren oder nur unfruchtbare Bastarde liefern, nach lange fortgesetzter Domesticirung fruchtbare Nachkommen zeugen. Und in der That ist es bereits für einige unserer Hausthiere wahrscheinlich gemacht, dass sie in vorhistorischer Zeit auf dem Wege unbewusster Züchtung als die Abkömmlinge verschiedener Arten ihren Ursprung genommen haben. Insbesondere versuchte Rütimeyer diesen Weg der Entstehung für das Hausrind *(Bos taurus)* nachzuweisen, welches er als neuen Stamm aus der Kreuzung von mindestens zwei Stammformen *(Bos primigenius, brachyceros)* herleitet. Auch für das Hausschwein, die Hauskatze, die zahlreichen Hunderassen kann die Abstammung von mehreren wild lebenden Stammarten als gesichert gelten.

Blendlinge. Den erörterten Ausnahmsfällen gegenüber wird man auf die stets vollkommene Fruchtbarkeit der durch Kreuzung verschiedener Rassen gleicher Art erzeugten Nachkommen, der *Blendlinge,* ein grosses Gewicht legen; doch gibt es auch hiervon einige Ausnahmen. Abgesehen von den Fällen, in welchen die Begattung verschiedener Rassen schon aus mechanischen Gründen unmöglich ist, scheinen sich nach den Beobachtungen zuverlässiger Thierzüchter gewisse Rassen nur schwierig zu kreuzen, ja sogar einzelne durch Zuchtwahl von gemeinsamem Stamme hervorgegangene Formen überhaupt nicht mehr fruchtbar zu begatten. Die von Europa aus in Paraguay eingeführte Hauskatze hat sich dort nach Rengger im Laufe der Zeit wesentlich verändert und eine entschiedene Abneigung gegen die europäische Stammform gewonnen. Das europäische Meerschwein paart sich nicht mehr mit der brasilianischen Form, von der es wahrscheinlich abstammt. Das Porto-Santo-Kaninchen, welches im 15. Jahrhundert von Europa aus auf *Porto-Santo* bei *Madeira* übertragen wurde, hat sich in dem Grade verändert, dass seine Kreuzung mit den europäischen Kaninchenrassen nicht mehr gelingt.

Lamarck's Descendenzlehre, basirt auf die Theorie der directen oder functionellen Anpassung.

Bei der Unmöglichkeit, den Artbegriff scharf zu definiren, waren bereits am Anfange dieses Jahrhunderts hervorragende Naturforscher, einerseits durch die ununterbrochene Stufenreihe der Formen, andererseits durch die Resultate der sog. künstlichen Züchtung, zur Bekämpfung der herrschenden Ansicht von der Unabänderlichkeit der Arten veranlasst. Lamarck

stellte bereits im Jahre 1802[1]) und ausführlicher 1809 in seiner „*Philosophie zoologique*“ die Lehre von der Abstammung der Arten von einander auf, indem er die allmäligen Veränderungen theils von den wechselnden Lebensbedingungen, vornehmlich aber vom Gebrauche und Nichtgebrauche der Organe ableitete. Schon Lamarck war zur Ueberzeugung gelangt, dass die Art von der Abart nicht wesentlich verschieden sei und lediglich eine beschränkte, bestimmten Lebensbedingungen entsprechende Dauer besitze, dass ferner die Gesammtheit der lebendigen und untergegangenen Organismen eine grosse, genetisch zusammenhängende Entwicklungsreihe repräsentire. Er beurtheilte den Artbegriff in demselben Sinne wie die übergeordneten Kategorien des Systems von der Gattung an bis zur Classe als dem Bedürfnisse des Vergleiches entsprungene Hilfsmittel des menschlichen Verstandes, der sich derselben bedient, um zu einer geordneten Uebersicht der Organismen zu gelangen. Diese aber betrachtete er im strengen Sinne als Naturerzeugnisse, die einfachsten durch Urzeugung entstanden, die übrigen im Laufe bedeutender Zeitperioden durch allmälig fortschreitende Differenzirung aus jenen hervorgegangen und stufenweise zu immer höherer Entwicklung bis zu den Säugethieren und an deren Spitze bis zum Menschen vorgeschritten.

Als Triebkraft und Hebel der allmälig sich verändernden und zu immer grösserer Complication erhebenden Organisation wurden in erster Linie die Bedürfnisse der Organismen und deren Bestreben verwerthet, die vorhandenen Organe den veränderten Verhältnissen entsprechend zu gebrauchen. Die grossen Umgestaltungen, welche alle Theile der Erdoberfläche im Laufe der Zeit erlitten haben, mussten bei den Thieren Modificationen in den Bedürfnissen hervorrufen, welche ihrerseits wieder auf die Thätigkeiten zurückwirkten, bei längerer Andauer neue Gewohnheiten veranlassten und den Gebrauch einzelner Organe begünstigten, anderer verhinderten. So entstanden Veränderungen in der Gestaltung der Organismen, welche auf die Nachkommen vererbt, in diesen erhalten und durch die gleiche, von Neuem wirkende Ursache in der Generationsfolge gesteigert wurden. Indem die Natur die stufenweise zur Entwicklung gebrachten Formen in eine grosse Mannigfaltigkeit von Lebensverhältnissen auf allen bewohnbaren Theilen der Erdoberfläche versetzte, welche während kürzerer oder längerer Zeitperioden Umgestaltungen erfuhren, schuf sie durch Anpassung die Unzahl der Abänderungen. So erklärte er die Schwimmhäute zwischen den Zehen aus dem Gebrauche der Extremitäten zur Bewegung im Wasser, in welches die Thiere durch das Nahrungsbedürfniss getrieben wurden, entstanden und versuchte die allmälige Entwicklung des Flugvermögens durch die in Hautausbreitungen verschiedener Säugethiere *(Petaurus, Pteromys,*

[1]) Lamarck, Recherches sur l'organisation des corps vivants et particulièrement sur son origine, sur les causes et ses développements et des progrès de sa composition etc. Paris 1802.

Galeopithecus) gegebenen Anfangsstufen, welche zunächst die Bewegung in weiten Sprüngen unterstützten, dann bei andauerndem Gebrauche und stärkerer Entwicklung zum Flattern und Fliegen der Fledermaus führten, verständlich zu machen. Die verlängerten Zungen von Vögeln und Säugethieren, welche ihre Nahrung aus tiefen Spalten oder Blüthenkelchen, beziehungsweise aus Erdhaufen hervorzuholen gezwungen seien, wurden auf den verstärkten Gebrauch zurückgeführt, die Verkümmerung des Auges beim Maulwurf und höhlenbewohnenden Thieren, der Verlust der Extremitäten bei Schlangen und Kriechthieren, der Zähne in den Kiefern der Walfische und vieler Edentaten als Folge des Nichtgebrauches abgeleitet.

Indessen war Lamarck weit entfernt, sein Princip der activen Anpassung, nach welchem die von Aussen einwirkenden Umstände und die durch dieselben veranlassten Thätigkeiten und Gewohnheiten die Form des Körpers und Beschaffenheit der Organisation im Laufe der Zeit veränderten, für ausreichend zu halten, um mittelst desselben den gesammten Entwicklungsprocess und die natürliche Ordnung in der Stufenreihe der Organismen zu erklären. Dieselbe stellte er vielmehr auf Rechnung einer ersten unerforschlichen Ursache, bedingt durch den Willen des erhabenen Urhebers aller Dinge. Lamarck, den man in tendenziöser Entstellung des Sachverhaltes als strengen Monisten zu preisen beliebt, nahm keinen Anstand, die Grenzen des menschlichen Vermögens in Betreff der mechanischen Erklärung des Welträthsels anzuerkennen und die Grösse der Macht zu bewundern, welche der Natur die Fähigkeit gab, die allmälige Stufenordnung in der Entwicklung auf dem Wege strenger Naturgesetze durchzuführen. Lamarck unterschied sehr wohl zwischen jener Ursache, welche in dem natürlichen Entwicklungsprocess unaufhörlich auf die Complication der Organisation hinstrebt und für Thiere und Pflanzen die vom „erhabenen Urheber“ aller Dinge eingesetzte Stufenordnung begründete, und den für uns erkennbaren, von der Natur in Anwendung gebrachten Mitteln, durch Anpassung die unzähligen Abänderungen der Arten herzustellen. Die erstere Ursache fällt für Lamarck zusammen mit dem grossen Naturgesetz, welches, wie nach einem von der Natur befolgten Plane für sich allein gleichmässig wirksam, eine einfache ununterbrochene und regelmässige Folgereihe von Lebensformen hergestellt haben würde. Neben derselben aber ist es der für uns erkennbare Einfluss der äusseren Verhältnisse, des Wohnortes, der angenommenen Gewohnheiten, welcher die Stufenfolge zu einer unregelmässigen gestaltet und die zahlreichen, oft bizarren Abweichungen veranlasst. Freilich ist es im Einzelnen oft schwer, das der Abstufung Angehörige von dem, was sich als Ergebniss der Lebensweise und Anpassung entwickelt hat, scharf abzugrenzen.

Ziemlich gleichzeitig mit Lamarck sprach Geoffroy St. Hilaire als Verfechter der Idee von der einheitlichen Organisation aller Thiere vor seinem Gegner Cuvier die Ueberzeugung aus, dass die Arten nicht vom

Anfang an in unveränderter Weise existirt hätten. Obwohl im Wesentlichen mit der Lehre Lamarck's in Uebereinstimmung, schrieb er der eigenen Thätigkeit des Organismus für die Umbildung einen geringeren Einfluss zu und glaubte die Umgestaltungen durch die directe Wirkung der Veränderungen der Aussenwelt *(monde ambiant)* erklären zu können. So stellte er sich beispielsweise vor, dass in Folge des vermehrten Sauerstoffgehaltes der Atmosphäre das Blut der höheren Vertebraten eine gesteigerte Temperatur gewonnen habe und die Schuppen von Reptilien zu Federn geworden seien.

Auch Goethe ist, wenn nicht als Mitbegründer der Descendenzlehre, so doch als Anhänger und Vertheidiger des natürlichen Entwicklungsprincips zu nennen. Durch die Art seiner Naturbetrachtung war derselbe zu einer geistvollen Vergleichung des nebeneinander bestehenden Mannigfaltigen geführt, welches sich seinem geistigen Auge nicht nur in harmonischer Wechselbeziehung, sondern in „unaufhaltsam fortschreitender Umbildung" darstellte. Von dem Gedanken erfüllt, in der Mannigfaltigkeit der Erscheinungen die Einheit der Grundlage nachzuweisen, wurde er der Entdecker des Zwischenkiefers beim Menschen und der Metamorphose der Pflanzen (auch Begründer der freilich in neuerer Zeit als unhaltbar erkannten Wirbeltheorie des Schädels).

Auf die Ansichten von Lamarck und Geoffroy musste dann später die Umgestaltung der geologischen Grundanschauungen zurückführen. Anstatt durch die Cuvier'sche Lehre von grossen Erdrevolutionen und aussergewöhnlichen, alles Leben vernichtenden Katastrophen, suchte Lyell *(Principles of Geology)* die geologischen Veränderungen aus den noch heute ununterbrochen und allmälig wirkenden Kräften mit Benützung sehr bedeutender Zeiträume zu erklären. Indem die Geologen mit Lyell die Hypothese von zeitweise erfolgten Störungen des gesetzmässigen Naturverlaufes aufgaben, mussten sie auch die Continuität des Lebendigen für die aufeinanderfolgenden Perioden der Erdbildung annehmen und die grossen Veränderungen der organischen Welt auf kleine und langsam, aber während grosser Zeiträume ununterbrochen wirkende Einflüsse zurückzuführen suchen. Die Veränderlichkeit der Art, die Entstehung neuer Arten aus älteren Stammformen im Laufe unendlicher Zeiträume wird demnach seit Lyell als nothwendiges Postulat von der Geologie in Anspruch genommen, um auf natürlichem Wege ohne die Voraussetzung wiederholter Schöpfungsacte die Verschiedenheiten der Thiere und Pflanzen für die aufeinanderfolgenden Perioden zu erklären.

Darwin's Theorie der natürlichen Auswahl, Selectionstheorie.

Es bedurfte einer besser begründeten und durch ein festeres Fundament gestützten Theorie, um der unbeachtet gebliebenen Transmutationshypothese grösseren Nachdruck zu verleihen. Eine solche verdanken wir Ch. Darwin[1]),

[1]) Ch. Darwin, On the origin of species by means of natural selection. London 1859. Ferner Ch. Darwin, Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übersetzt von V. Carus. Band I und II, 2. Auflage, Stuttgart 1873.

welcher unter Verwerthung eines umfassenden Materiales von Thatsachen durch die ihm eigenthümliche Selectionstheorie *(Darwinismus)* die in Vergessenheit gerathene Descendenzlehre von Neuem begründete und zur allgemeinen Anerkennung brachte.

Darwin geht von den Erscheinungen der *Vererbung* aus, nach welchen sich die Charaktere der Eltern auf die Nachkommen übertragen. Daneben besteht jedoch eine durch die besonderen Ernährungsverhältnisse bedingte *Anpassung*, eine beschränkte *Variabilität* der Formgestaltung, ohne welche die Individuen gleicher Abstammung identisch sein müssten. Mit der Vererbung des Gleichartigen verknüpft sich die individuelle Variation in den Eigenschaften der Nachkommen, und es entstehen Abänderungen, auf welche von Neuem das Gesetz der Vererbung Anwendung findet. Vornehmlich sind die Culturpflanzen und Hausthiere, deren Einzelwesen weit mehr variiren als die im freien Naturzustande lebenden Geschöpfe, zu Abänderungen geneigt, und *Culturfähigkeit* ist im Grunde nichts Anderes als die Fähigkeit, veränderten Bedingungen der Ernährung und Lebensweise den Organismus unterzuordnen und anzupassen. Es beruht die *(künstliche) Züchtung*, durch welche es dem Menschen gelingt, mittelst zweckmässiger *Auswahl* bestimmte, seinen Bedürfnissen entsprechende Eigenschaften der Thiere und Pflanzen zu erzielen, auf der Wechselwirkung von Vererbung und individueller Variation, und es ist sehr wahrscheinlich, dass auf diesem Wege die zahlreichen Hausthierrassen in früheren Zeiten *unbewusst* vom Menschen gezüchtet worden sind, wie heutzutage mit Absicht durch zweckmässige Auswahl männlicher und weiblicher Zuchtthiere neue Varietäten in immer grösserer Zahl gezüchtet werden. Aber auch im Naturleben wirken ähnliche Vorgänge, um Abänderungen und Varietäten in's Leben zu rufen. Es gibt auch im Naturleben eine *(natürliche) Züchtung*, welche, durch den Kampf der Organismen um die Existenz in's Leben gerufen, bei der Kreuzung eine *natürliche Auswahl* veranlasst. Alle Thiere und Pflanzen stehen, wie vor Decennien Decandolle und Lyell erörtert hatten, in gegenseitiger Mitbewerbung und ringen untereinander und mit den äusseren Lebensbedingungen um ihre Erhaltung. Die Pflanze kämpft gegen die Verhältnisse des Klimas, der Jahreszeit und des Bodens, sie steht aber auch mit anderen Pflanzen in Mitbewerbung um die Erhaltung, indem sie diesen durch überreiches Wachsthum die Möglichkeit des Fortbestehens entzieht. Die Thiere stellen den Pflanzen nach und zerstören dieselben beständig in grosser Menge, sie leben aber auch untereinander in gegenseitigem Vernichtungskriege, und zwar ernähren sich die Fleischfresser grossentheils von Pflanzenfressern. Dabei sind alle bestrebt, sich in starkem Verhältnisse zu vermehren. Jeder Organismus erzeugt weit mehr Abkömmlinge, als überhaupt bestehen können. Einer bestimmten Grösse der Fruchtbarkeit entspricht bei jeder Art ein gewisses Mass der Zerstörung, denn fiele die letztere aus, so würde sich die Zahl ihrer Individuen in geometrischer Progression so ausserordentlich

vermehren, dass keine Gegend das Erzeugniss ernähren könnte. Fiele umgekehrt der durch die Fruchtbarkeit, Grösse, besondere Organisation, Färbung etc. gegebene Schutz hinweg, so müsste die betreffende Art bald von der Erde verschwinden. Unter den verwickelten Lebensbedingungen und gegenseitigen Beziehungen ringen selbst die entferntesten Glieder (wie der Klee und die Mäuse) um's Dasein, aber der heftigste Kampf betrifft die Einzelwesen derselben Art, welche die gleiche Nahrung suchen und gleichen Gefahren ausgesetzt sind. In diesem Kampfe werden nothwendig diejenigen Individuen, welche durch ihre besonderen Eigenschaften am günstigsten gestellt sind, am meisten Aussicht haben, zu überdauern und ihresgleichen zu erzeugen, also auch die der Art nützlichen Abänderungen fortzupflanzen und in den Nachkommen zu erhalten, beziehungsweise zu vergrössern. Wie die sogenannte künstliche Züchtung eine durch die Vortheile des Menschen bestimmte absichtliche Auswahl trifft, um allmälig merkliche Abänderungen zu schaffen, so besteht auch im Naturleben in Folge des Kampfes um die Existenz eine Züchtung, und diese führt zu einer *natürlichen Auswahl,* welche die einer Art vortheilhaften Abänderungen in's Leben ruft. Da aber der Kampf um's Dasein zwischen den nächststehenden Lebensformen um so heftiger sein muss, je mehr sie sich gleichen, so werden die am meisten divergirenden die grösste Aussicht haben, fortzubestehen und Nachkommen zu erzeugen; daher ist die *Divergenz* des Charakters und das Erlöschen der Mittelformen nothwendige Folge. Allmälig werden durch Combinirung nützlicher Eigenschaften und durch Häufung ursprünglich sehr kleiner vererbter Eigenthümlichkeiten immer weiter auseinanderweichende Varietäten entstehen, was Darwin an freilich erdachten Beispielen nachzuweisen suchte. Es erklärt sich auch, weshalb Alles an den Organismen zweckmässig eingerichtet ist, um scheinbar die Existenz auf die beste Weise sicherzustellen. *Die grosse Reihe von Erscheinungen, welche man bisher nur teleologisch umschreiben konnte, wird somit auf Causalverhältnisse, auf nothwendig wirkende Ursachen zurückgeführt* und in ihrem natürlichen Zusammenhange verständlich gemacht.

Diese Lehre von der *natürlichen Züchtung (Selectionstheorie)* stützt sich einerseits auf die Wechselwirkung von Vererbung und Anpassung, andererseits auf den überall in der Natur nachweisbaren *Kampf um's Dasein* und erscheint als das Fundament der Darwin'schen Theorie. In ihrem Grundgedanken eine Anwendung der Populationslehre von Malthus auf das Thier- und Pflanzenreich, wurde sie gleichzeitig mit Darwin auch von Wallace[1]) entwickelt, von Darwin aber in der umfassendsten wissenschaftlichen Begründung durchgeführt. Freilich müssen wir eingestehen, dass die Züchtungslehre Darwin's, obwohl auf biologische Vorgänge und offenbar wirksame Gesetze des Naturlebens gestützt, doch weit davon entfernt ist.

[1]) Vergl. A. R. Wallace, Beiträge zur Theorie der natürlichen Zuchtwahl. Autorisirte deutsche Ausgabe von A. B. Meyer. Erlangen 1870.

die letzten Ursachen und den physikalischen Zusammenhang für die Erscheinungen der Anpassung und Vererbung aufzudecken.

Man hat Darwin häufig vorgeworfen, dass er in seinem Erklärungsversuche für das Auftreten von Varietäten dem Zufall eine bedeutende Rolle einräume, das ganze Gewicht auf die Wechselverkettungen der Organismen im Kampfe um's Dasein lege, dagegen den directen Einfluss physikalischer Wirkung auf Formabweichungen unterschätze. Dieser Vorwurf scheint jedoch aus einem Missverständniss zu entspringen. Darwin sagt selbst, dass der öfter von ihm gebrauchte Ausdruck „Zufall" — für das Auftreten irgendwelch kleiner Abänderung — eine ganz incorrecte Ausdrucksweise sei, nur geeignet, unsere gänzliche Unwissenheit über die physikalische Ursache jeder besonderen Abweichung zu bekunden. Wenn Darwin allerdings durch eine Reihe von Betrachtungen zu dem Schlusse kommt, den Lebensbedingungen, wie Klima, Nahrung etc., für sich allein einen nur geringen directen Einfluss auf Veränderlichkeit zuzuschreiben, da z. B. dieselben Varietäten unter den verschiedensten Lebensbedingungen entstanden seien und verschiedene Varietäten unter gleichen Bedingungen auftreten, auch die zusammengesetzte Anpassung von Organismus an Organismus unmöglich durch solche Einflüsse hervorgebracht sein könne, so erkennt er doch den primären Anlass zu geringen Abweichungen der Structur in der veränderten Beschaffenheit der Nahrungs- und Lebensbedingungen; *erst die natürliche Zuchtwahl häuft und verstärkt jene Abweichungen in dem Masse, dass sie für uns wahrnehmbar werden* und eine in die Augen fallende Variation bewirken. Gerade auf der innigen Verknüpfung directer physikalischer Einwirkung mit dem Erfolge der natürlichen Zuchtwahl beruht die Stärke der Darwin'schen Lehre.

Die Entstehung von *Varietäten* und *Rassen* würde aber nur der erste Schritt in den Vorgängen der stetigen Umbildung der Organismen sein. Wie langsam auch der Process der Zuchtwahl wirken mag, so bleibt doch keine Grenze für den Umfang und die Grösse der Veränderungen, für die endlose Verknüpfung der gegenseitigen Anpassungen der Lebewesen, wenn man für die Wirksamkeit der natürlichen Zuchtwahl sehr lange Zeiträume in Anschlag bringt. Mit Hilfe dieses neuen Factors der bedeutenden Zeitdauer, welche nach den Thatsachen der Geologie nicht von der Hand gewiesen werden kann und in unbegrenztem Masse zur Verfügung steht, wird der Uebergang von Varietäten zu Arten verständlich. Indem die ersteren im Laufe der Zeit immer mehr auseinanderweichen, — und je mehr sie das thun und in ihrer Organisation different werden, um so besser werden sie geeignet sein, verschiedene Stellen im Haushalte der Natur auszufüllen, um so mehr an Zahl zunehmen — gewinnen sie schliesslich die Bedeutung von Arten, welche sich im freien Naturleben nicht mehr kreuzen oder wenigstens nur ausnahmsweise noch Nachkommen erzeugen. *Nach Darwin ist daher die Varietät die beginnende Art.* Varietät und Art sind durch continuirliche Ab-

stufungen verbunden und nicht absolut von einander getrennt, sondern nur relativ durch die Grösse der Unterschiede in den morphologischen (Formcharakteren) und physiologischen (Kreuzungsfähigkeit) Eigenschaften verschieden.

Dieser Schluss Darwin's, welcher die Resultate der natürlichen Züchtung von der *Varietät* auf die *Art* ausdehnt, findet besonders von Seite solcher Gegner, welche dem herkömmlichen Begriff die Erscheinungen des Naturlebens unterordnen, eine hartnäckige und oft erbitterte Bekämpfung. Wenn dieselben auch die Thatsachen der Variabilität nicht leugnen und selbst den Einfluss der natürlichen Zuchtwahl auf Bildung von natürlichen Rassen zugestehen, so bleiben sie doch dem Glauben an eine absolute Scheidewand zwischen Art und Abart treu. In der That sind wir aber nicht im Stande, eine solche Grenzlinie zu ziehen. Weder die Qualität der unterscheidenden Merkmale, noch die Resultate der Kreuzung liefern uns entscheidende Kriterien für Art und Abart. Die Thatsache aber, *dass wir keine befriedigende Definition für den Artbegriff geben können, eben weil wir Art und Varietät nicht scharf von einander abzugrenzen vermögen,* fällt für die Zulässigkeit der Darwin'schen Schlussfolgerung um so schwerer in die Wagschale, als weder die Variabilität der Organismen und der Kampf um's Dasein, noch die sehr lange Zeitdauer für die Existenz des Lebendigen bestritten werden können. Die Variabilität der Formen ist ein feststehendes Factum, ebenso der Kampf um's Dasein. Gibt man aber bei diesen beiden Factoren die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung zu, so wird man zunächst die Varietäten- und Rassenbildung zu verstehen vermögen. Denkt man sich denselben Process, welcher zur Entstehung von Varietäten führt, in einer immer grösseren Zahl von Generationen fortgesetzt und während viel ausgedehnterer Zeiträume wirksam — in deren Verwendung man um so weniger beschränkt sein kann, als mit Hilfe derselben Astronomie und Geologie zahlreiche Erscheinungen zu erklären vermögen — so werden sich die Abweichungen immer höher und zu dem Werthe von Artverschiedenheiten steigern. In noch grösseren unbegrenzbaren Zeiträumen werden sich die Arten bei gleichzeitigem Erlöschen der Zwischenglieder soweit von einander entfernen, dass sie verschiedene Gattungen repräsentiren. Demnach werden die tiefer greifenden Gegensätze der Organisation, wie sie in den stufenweise höheren Kategorien des Systems zum Ausdruck kommen, ihrem Ursprung nach in entsprechend ältere Zeiten zurückreichen. Schliesslich dürften auch die verschiedenen Stammformen der Classen eines Kreises auf denselben Ausgangspunkt zurückzuführen sein, und da die verschiedenen Thierkreise durch mannigfaltige Zwischenglieder verknüpft sind, so wird sich die Zahl der Stammformen ausserordentlich reduciren. Wahrscheinlich ist die ungeformte contractile Substanz, Sarcode oder Protoplasma, der Ausgangspunkt alles organischen Lebens gewesen.

Sind diese Annahmen richtig, so hat *die Art die Bedeutung einer selbstständigen unveränderlichen Einheit* verloren und erscheint in der grossen

Entwicklungsreihe nur als vorübergehender, auf kürzere oder längere Zeitperioden beschränkter und veränderlicher Formenkreis, *als Inbegriff der Zeugungskreise, welche bestimmten Lebensbedingungen entsprechen und unter diesen ihre wesentlichen Merkmale unverändert erhalten.* Die verschiedenen Kategorien des Systems bezeichnen den näheren oder entfernteren Grad der Verwandtschaft, und das System ist der Ausdruck der genealogischen, auf Abstammung gegründeten Blutsverwandtschaft. Dasselbe muss aber als eine lückenhafte und unvollständige Stammtafel erscheinen, da die ausgestorbenen Urahnen der jetzt lebenden Organismen aus der geologischen Urkunde nur sehr unvollkommen zu erschliessen sind, unzählige Zwischenglieder fehlen und vollends aus den ältesten Zeiten keine Spuren organischer Ueberreste erhalten sind. Nur die letzten Glieder des unendlich umfassenden und verästelten Stammbaumes stehen uns in ausreichender Zahl zur Verfügung, nur die äussersten Spitzen der Zweige sind vollständig erhalten, während von den zahllosen, auf das Mannigfaltigste ramificirten Aestchen lediglich hie und da ein Knotenpunkt nachgewiesen wird. Daher erscheint es bei dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrungen unmöglich, eine hinreichend sichere Vorstellung von dem natürlichen Stammbaum der Organismen zu gewinnen, und wenn man auch in E. Haeckel's genealogischen Versuchen die Kühnheit der Speculation bewundert, so wird man doch zugestehen, dass zur Zeit im Einzelnen einer Unzahl von Möglichkeiten freier Spielraum bleibt und das subjective Ermessen anstatt des objectiven Thatbestandes in den Vordergrund tritt. Man wird sich daher vorläufig mit einer unvollständig erkannten, mehr oder minder künstlichen Anordnung begnügen, obwohl *der Begriff des natürlichen Systems theoretisch* festgestellt ist.

Beweisgründe für die Transmutationslehre.

Wenn man die Transmutationslehre und die zur Begründung derselben aufgestellten Theorien von Lamarck und Darwin einer Kritik unterzieht, so ergibt sich sehr bald, dass eine *directe* Beweisführung unmöglich ist, da sich die Lehre auf Voraussetzungen stützt, welche sich der Controle directer Beobachtung entziehen. Während nämlich für die Umwandlungen der Formen unter natürlichen Lebensbedingungen Zeiträume gefordert werden, die auch nicht annähernd menschlicher Beobachtung zur Verfügung stehen, sind anderseits die bestimmten und sehr complicirten Wechselwirkungen, welche im Naturleben Thiere und Pflanzen im Sinne der natürlichen Züchtung zu verändern bestreben, nur im Allgemeinen abzuleiten, im Einzelnen aber so gut als unbekannt. Auch entziehen sich die unter dem Einflusse der natürlichen Züchtung stehenden Thiere und Pflanzen dem Experimente des Menschen vollständig, und die verhältnissmässig wenigen Formen, welche der Mensch früher oder später in seine volle Gewalt gebracht hat, sind durch die sog. *künstliche* Zuchtwahl verändert und umgestaltet. Die Wirkung der *natürlichen* Züchtung im Sinne Darwin's ist daher selbst für die Entstehung

von Varietäten nur an erdachten Beispielen zu beleuchten und wahrscheinlich zu machen.

Dahingegen lässt sich für die Richtigkeit der Descendenz- und Transmutationslehre, die bisher durch keine Lehre besser gestützt wurde als durch die Selectionslehre Darwin's, ein so vollständiger Wahrscheinlichkeitsbeweis nicht nur durch *die gesammte Morphologie,* sondern auch mit Hilfe der *Ergebnisse der Paläontologie* und *der geographischen Verbreitung* führen, dass die Richtigkeit derselben nicht zweifelhaft erscheinen kann und zur Zeit auch von allen hervorragenden Biologen als sicher begründet anerkannt wird.

Betrachtet man die Transmutation der Art, welche nicht durch unmittelbare Beobachtungen zu beweisen ist, als eine Hypothese, so wird der Werth derselben nach den Thatsachen und Erscheinungen des Naturlebens zu beurtheilen sein.

1. Die Bedeutung der Morphologie.

In diesem Sinne erscheint die gesammte Morphologie als eingehender indirecter Beweis. Die auf Uebereinstimmung in wichtigen oder geringfügigen Merkmalen gegründeten Aehnlichkeitsabstufungen der Arten, welche man schon längst metaphorisch mit dem Ausdruck *„Verwandtschaft“* bezeichnete, führten zur Aufstellung der systematischen Kategorien, von denen die höchste, Kreis oder Typus, die Uebereinstimmung in den allgemeinsten, auf Organisation und Entwicklung bezüglichen Eigenschaften erfordert. Die Uebereinstimmung zahlreicher Thiere in dem allgemeinen Plane der Organisation, wie z. B. der Fische, Reptilien, Vögel und Säugethiere in dem Besitze einer festen, die Axe des Körpers durchsetzenden Säule, zu welcher die Centraltheile des Nervensystems rückenständig, die Organe der Ernährung und Fortpflanzung bauchständig liegen, erklärt sich sehr gut nach der Selections- und Descendenztheorie aus der Abstammung aller Wirbelthiere von einer gemeinsamen, die Charaktere des Typus besitzenden Stammform, während die Vorstellung von einem Schöpfungsplane auf eine Erklärung überhaupt Verzicht leistet. In gleicher Weise erklärt sich die Gemeinsamkeit der Charaktere, durch welche die übrigen Gruppen und Untergruppen von der Classe an bis zur Gattung ausgezeichnet sind, sowie die Möglichkeit, eine Subordination aller organischen Wesen in Abtheilungen unter allgemeinen Abtheilungen auszuführen. Auch die Unmöglichkeit einer scharf gegliederten Classificirung wird nach der Descendenzlehre durchaus verständlich. Die Theorie fordert eben die Existenz von Uebergangsformen zwischen den Gruppen näherer und entfernterer Verwandtschaft und erklärt aus dem Erlöschen zahlreicher nicht genügend ausgerüsteter Typen im Laufe der Zeit, dass gleichwerthige Gruppen einen so sehr verschiedenen Umfang haben und oft nur durch ganz vereinzelte Formen repräsentirt sein können.

Wie mit den allgemeinen zur Systematik verwertheten Charakteren, welche auf nähere oder entferntere Verwandtschaft hinweisen, verhält es

sich nun überhaupt mit all den unzähligen Thatsachen, welche die vergleichende Anatomie zu Tage gefördert hat. Betrachtet man beispielsweise die Bildung der Extremitäten oder den Bau des Gehirnes bei den Wirbelthieren, so ergibt sich trotz der grossen, zuweilen reihenweise sich abstufenden Verschiedenheiten eine gemeinsame Grundform, die aber in den Besonderheiten ihrer Theile, entsprechend den jedesmaligen Leistungen und Anforderungen der Lebensweise, in den einzelnen Abtheilungen auf das Mannigfaltigste modificirt und in geringerem oder höherem Masse differenzirt erscheint. Der Flosse der Wale, dem Flügel des Vogels, dem Vorderbeine des Vierfüsslers und dem Arme des Menschen liegen nachweisbar dieselben Knochenstücke zu Grunde, dort verkürzt und verbreitert in unbeweglichem Zusammenhange, hier verlängert und nach Massgabe der Verwendung in verschiedener Art gegliedert, bald in vollkommener Ausbildung aller Theile, bald in dieser oder jener Weise vereinfacht und theilweise oder völlig verkümmert.

Dimorphismus und Polymorphismus. Als wichtiges Zeugniss für die umfassende Wirksamkeit der Anpassung sind die Erscheinungen des Dimorphismus und Polymorphismus im Formenkreise derselben Species hervorzuheben, und unter diesen die Gegensätze der männlichen und weiblichen Geschlechtsthiere, welche sich aus ursprünglich gleichgestalteten Thieren entwickelt haben. Männchen und Weibchen weichen nicht nur darin ab, dass diese Eier, jene Samen erzeugen, sondern zeigen im Zusammenhange mit den verschiedenen Leistungen, welche an Eier- und Samenproduction anknüpfen, secundäre Geschlechtscharaktere, deren Existenz mit Hilfe der natürlichen Zuchtwahl eine überaus zutreffende Erklärung findet. Wir können daher im gewissen Sinne von einer *geschlechtlichen*[1]) *Zuchtwahl* reden, durch welche zum Vortheil der Arterhaltung die beiden Geschlechtsformen im Laufe der Zeit allmälig, sowohl in Besonderheiten der Organisation und Gestalt, als in den Lebensgewohnheiten von einander entfernt wurden. Da das männliche Geschlecht ziemlich allgemein behufs der Begattung und Befruchtung mehr active Leistungen zu besorgen hat, finden wir begreiflich, dass die Männchen den Jugendformen gegenüber bedeutender umgestaltet sind als die Weibchen, welche das Material zur Bildung und Ernährung der Jungen erzeugen und die Brutpflege übernehmen. Sehr häufig fällt im männlichen Geschlechte die leichtere und raschere Beweglichkeit auf; bei zahlreichen Insecten sind nur die Männchen geflügelt, während die Weibchen wie die Larvenformen flügellos bleiben. In dem Kampfe, welchen die gleichartigen Männchen um den Besitz des Weibchens zu bestehen haben, werden die am meisten durch Kraft, Beweglichkeit, Organe zum Festhalten, Stimmproduction, Schönheit bevorzugten Individuen siegreich sein, während von den Weibchen im Allgemeinen diejenigen ihre Aufgabe am besten erfüllen, welche die für das Gedeihen der Nachkommenschaft besonders günstigen

---

[1]) Ch. Darwin, The descent of man and selection in relation to sex. Vol. I und II. London 1871.

Eigenschaften besitzen. Indessen können auch auf mehr passivem Wege Verschiedenheiten zwischen beiden Geschlechtsformen in der Dauer der Entwicklung, in der Art des Wachsthums und der Formgestaltung etc. unter den besonderen Lebensverhältnissen der Art Nutzen bringen. Die secundären *Sexualcharaktere* können sich zuweilen in dem Masse steigern, dass sie zu wesentlichen und tiefgreifenden Modificationen des Organismus, zu einem wahren Dimorphismus des Geschlechtes führen (darmlose Männchen der *Rotiferen*, Zwergmännchen von *Bonellia*, *Trichosomum crassicauda*).

Bedeutungsvoll ist die Thatsache, dass gerade bei Parasiten der Dimorphismus des Geschlechtes das höchste Extrem erreicht. Bei vielen parasitischen Krebsen *(Siphonostomen)* werden solche Extreme von unförmig grossen, der Sinnes- und Bewegungsorgane, ja der Gliederung des Leibes verlustig gegangenen Weibchen mit winzig kleinen Zwergmännchen fast continuirlich durch zahlreiche Zwischenstufen vermittelt, und es liegen die Beziehungen geradezu auf der Hand, welche als Ursache des Sexualdimorphismus gewirkt haben. Der Einfluss günstiger Ernährungsbedingungen, wie sie durch den Parasitismus herbeigeführt werden, setzt die Nothwendigkeit der raschen Ortsveränderung herab, erhöht im weiblichen Geschlechte die Productivität an Zeugungsmaterial und gestaltet die Körperform selbst in der Weise um, dass die Fähigkeit der Locomotion in verschiedenen Stufen herabsinkt und die Organe der Bewegung bis zum völligen Schwunde verkümmern. Der gesammte Körper gewinnt durch die enorm vergrösserten, mit Eiern erfüllten Ovarien eine unförmige Gestalt, bildet Auswüchse und Fortsätze, in welche die Ovarien einwuchern, oder wird unsymmetrisch aufgetrieben, verliert die Gliederung und hiermit die Verschiebbarkeit der Segmente und erfährt eine Rückbildung der Gliedmassen; der schlanke Hinterleib, welcher beim freien Umherschwimmen die Ortsbewegung wesentlich unterstützt, reducirt sich mehr und mehr zu einem kurzen, ungegliederten Stummel; das Aussehen solcher Parasiten ist ein so fremdartiges, dass es begreiflich wird, wie man früher eine dieser abnormen Formengruppen, die *Lernaeen*, zu den Eingeweidewürmern, beziehungsweise zu den Mollusken, stellen konnte. In die Gestaltung des männlichen Thieres greift der Parasitismus nach einer anderen Richtung ein. Da das weibliche Geschlechtsthier hinter dem Typus seiner wohlgebauten freilebenden Verwandten zurückbleibt, entfernen sich beide Geschlechter morphologisch von einander um so weiter, als auch beim Männchen der Einfluss veränderter Lebensbedingungen auf die Form und Organisation umgestaltend einwirkt. Im männlichen Geschlecht vermag die günstigere und reichere Ernährung keineswegs so unmittelbar das Bedürfniss der Ortsbewegung und die Ausbildung der Bewegungsorgane herabzusetzen, denn dem Männchen bleibt nach wie vor die Aufgabe activer Geschlechtsthätigkeit und vor Allem die Aufsuchung des Weibchens zur Begattung. Selbst bei einer reducirten und schwerfälligen Locomotion führt hier der Parasitismus weder zum völligen Verlust der Gliederung, noch zu jenem

unsymmetrischen Wachsthum, wie wir ein solches bei zahlreichen weiblichen Schmarotzerkrebsen beobachten. Die Quantität der zu producirenden Zeugungsstoffe, welche im Geschlechtsleben des Weibchens der Arterhaltung grossen Vortheil bringt und deshalb die Entstehung des unförmigen, grossen Leibes begünstigen musste, tritt für die Sexualthätigkeit des Männchens in den Hintergrund, da eine minimale Menge von Sperma zur Befruchtung bedeutender Quantitäten von Eimaterial ausreicht. In diesem Zusammenhange wird die extreme Stufe des Parasitismus im männlichen Geschlecht auch bei beschränkter Locomotion nicht zu einer ungegliederten bizarren Form des mächtig vergrösserten Leibes führen, sondern erzeugt umgekehrt die symmetrisch gebaute Zwerggestalt des Pygmäenmännchens. Diese aber wird selbst durch zahlreiche Zwischenstufen vermittelt. So finden wir unter den *Lernaeopoden* die Männchen von *Achtheres* der Grösse nach relativ wenig reducirt, während die echten Zwergmännchen von *Lernaeopoda,* auch der *Chondracanthiden,* winzigen Parasiten gleich, an dem Hinterleibsende des im Verhältniss riesengrossen Weibchens anhaften (Fig. 134). Die Bereitung einer beträchtlichen Menge von Sperma, die eine bedeutende Körpergrösse voraussetzt, würde hier als eine nutzlose Verschwendung von Material und Zeit im Leben der Art erscheinen und müsste schon durch den Regulator der natürlichen Züchtung beseitigt werden.

Indessen gibt es auch zahlreiche Beispiele von Dimorphismus und Polymorphismus innerhalb desselben Geschlechtes, aus welchen der umgestaltende Einfluss der Anpassung innerhalb des dem männlichen oder weiblichen Geschlechte zugehörigen Formenkreises erwiesen wird. Dimorphe Weibchen wurden beispielsweise bei Insecten beobachtet, z. B. bei malayischen. Papilioniden *(P. Memnon, Pamnon, Ormenus),* bei einigen *Hydroporus-* und *Dytiscus-*Arten, sowie bei der Neuropterengattung *Neurotemis.* In der Regel bietet hier die eine weibliche Form eine nähere Beziehung in Gestalt und Farbe zu dem männlichen Thiere, dessen Eigenthümlichkeit sie angenommen hat. In anderen Fällen freilich haben die Verschiedenheiten mehr Beziehung zu Klima und Jahreszeit (Saisondimorphismus der Schmetterlinge) und betreffen auch die männlichen Thiere, oder sie stehen im Zusammenhang mit der verschiedenen Form der Fortpflanzung (Parthenogenese) und führen zu den Erscheinungen der *Heterogenie (Chermes, Phylloxera, Aphis).* Viel seltener treten zwei verschiedene Formen von Männchen mit ungleicher Gestaltung der zur Begattung bezüglichen secundären Sexualcharaktere auf, wie die durch Fritz Müller bekannt gewordenen „Riecher“ und „Packer“ einer Scheerenassel *(Tanais dubius).*

Neben den dimorphen Geschlechtsthieren können aber innerhalb derselben Art noch weitere zu bestimmten Leistungen befähigte Formengruppen auftreten, so dass sich ein wahrer *Polymorphismus* der zu gleicher Art gehörigen Individuen ergibt. Am bekanntesten sind derartige Fälle bei Insecten, welche in grossen Gesellschaften, sog. Thierstaaten, zusammenleben,

wo eine dritte, zuweilen selbst wieder in mehrere differente Formenreihen gesonderte Individuengruppe gefunden wird, welche sich bei verkümmerten Geschlechtsorganen nicht fortzupflanzen vermag, dagegen in dem gemeinsamen Stocke die Arbeiten der Nahrungsbeschaffung, Vertheidigung und Brutpflege übernimmt und diesen Thätigkeiten angepasste Besonderheiten in Körperbau und Organisation zur Erscheinung bringt. Diese „sterilen Individuen" in den Hymenopterenstöcken sind verkümmerte Weibchen, die sich wiederum bei den Ameisen in Arbeiter und Soldaten gliedern, in den Stöcken der *Termiten* dagegen sind dieselben unter Verkümmerung der Geschlechtsorgane aus Weibchen und Männchen hervorgegangen. Uebrigens kommen sterile Individuen auch bei Thierarten (Fischen) vor, welche nicht in sog. Thierstaaten zusammenleben, und sind in früherer Zeit auch für besondere Arten gehalten und als solche beschrieben worden. Am mannigfaltigsten aber erscheint der *Polymorphismus* an den zu Thierstöcken vereinigten Hydroiden, den *Siphonophoren*, ausgebildet.

Mimicry. Eine andere Reihe von Erscheinungen, welche in gleicher Weise für nützliche Abänderung durch Anpassung spricht, betrifft die sogenannte Nachäffung oder Mimicry. Dieselbe beruht darauf, dass gewisse Thierformen anderen sehr verbreiteten und durch irgendwelche Eigenthümlichkeiten vortheilhaft geschützten Arten in Form und Färbung zum Verwechseln ähnlich sehen, als wenn sie dieselben copirt hätten. Die Fälle von Mimicry, die vornehmlich durch Bates und Wallace bekannt geworden sind, schliessen sich an die so verbreitete schützende Aehnlichkeit, das heisst Uebereinstimmung vieler Thiere in Färbung und Körperform mit Gegenständen der äusseren Umgebung, unmittelbar an. So z. B. wiederholen unter den Schmetterlingen gewisse *Leptaliden* bestimmte Arten der Gattung *Heliconius,* welche durch einen gelben, unangenehm riechenden Saft vor der Nachstellung von Vögeln und Eidechsen geschützt zu sein scheinen, in der äusseren Erscheinung und in der Art des Fluges und theilen mit den nachgeahmten Arten Aufenthalt und Standort (Fig. 159). Die vollständige Parallele finden wir in den Tropen der alten Welt, wo die *Danaiden* und *Aeraeiden* von Papilioniden copirt werden. Häufig sind Fälle von Mimicry zwischen Insecten verschiedener Ordnungen; Schmetterlinge wiederholen die Form von Hymenopteren, welche durch den Besitz des Stachels geschützt sind (*Sesia crabroniformis* — *Vespa crabro* etc.) (Fig. 160), ebenso gleichen gewisse Bockkäfer Bienen und Wespenarten (*Charis melipona, Odontocera*

Fig. 159.

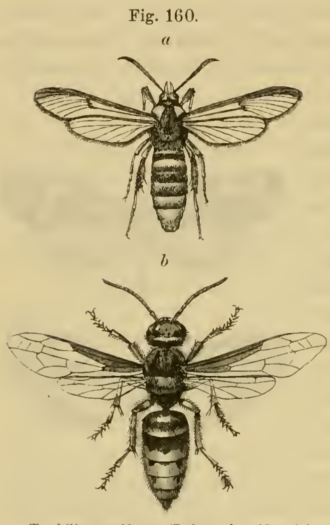


a Leptalis Theonoë var. *Leuconoë* (Pieride). — *b Ithomia Ilerdina* (die nachgeahmte Heliconide). Nach Bates.

odyneroides), die Orthopterengattung *Condylodera tricondyloides* von den Philippinen einer Cicindelengattung *(Tricondyla)*. Zahlreiche Dipteren zeigen Form und Färbung von stechenden Sphegiden und Wespen. Auch bei Wirbelthieren (Schlangen und Vögeln) sind einzelne Beispiele von Mimicry bekannt geworden.

Rudimentäre Organe. Auch das so verbreitete Vorkommen rudimentärer Organe erklärt sich nach der Selectionstheorie in befriedigender Weise aus dem Nichtgebrauch. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher arbeitenden Organe ganz allmälig oder auch wohl plötzlich ausser Function gesetzt und in Folge der mangelnden Uebung im Laufe der Generationen immer schwächer geworden bis zur totalen Verkümmerung und Rückbildung (Parasiten). Dass die rudimentären Organe überhaupt nutzlos wären, lässt sich durchaus nicht für alle Fälle behaupten, im Gegentheile haben dieselben oft eine, wenn auch schwierig nachweisbare Nebenfunction (der primären Function gegenüber) für den Organismus gewonnen.

Fig. 160.



a Trochilium apiforme (Sesia crabroniformis). b Vespa crabro.

So treffen wir z. B. bei einigen Schlangen (Riesenschlangen) zu den Seiten des Afters kleine, mit je einer Klaue versehene Hervorragungen, *Afterklauen,* an. Dieselben entsprechen abortiv gewordenen Extremitätenstummeln und dienen nicht etwa wie die Hinterbeine zur Unterstützung der Locomotion, sondern sind wenigstens im männlichen Geschlechte Hilfswerkzeuge der Begattung. Die Blindschleichen besitzen trotz des Mangels von Vorderbeinen ein rudimentäres Schultergerüst und Brustbein, vielleicht im Zusammenhange mit dem Schutzbedürfnisse des Herzens oder mit einem Nutzen bei der Respiration. Wenn wir sehen, dass sich im Fötus vieler Wiederkäuer obere Schneidezähne entwickeln, die jedoch niemals zum Durchbruch gelangen, dass die Embryonen der Bartenwale in ihrem Kiefer Zahnrudimente besitzen, die sie bald verlieren und niemals zum Zerkleinern der Nahrung gebrauchen, so liegt es weit näher, diesen Gebilden eine Bedeutung für das Wachsthum der Kiefer zuzuschreiben, als sie für durchaus nutzlos zu halten. Die Flügelrudimente des Pinguins werden als Ruder verwendet, die der Strausse zur Unterstützung des Laufes und wohl als Waffen zur Vertheidigung, die Flügelstummel des Kiwis dagegen scheinen bedeutungslos. In vielen Fällen sind wir nicht im Stande, irgendwelche Function und Bedeutung

im rudimentären Organe nachzuweisen, und es kann sogar den Anschein haben, als ob solche Ueberreste dem Organismus eher nachtheilig als nützlich wären.

Ontogenie. Auch die Resultate der *Entwicklungsgeschichte*, das heisst der *individuellen* Entwicklung vom Ei bis zur ausgebildeten Form (Ontogenie), beweisen die Wahrheit der Voraussetzungen der Descendenzlehre. Schon die Thatsache, dass die zu einem Typus gehörigen Thiere in der Regel sehr ähnliche, mit gleichen Organanlagen ausgestattete Embryonen haben, und dass der Verlauf der Entwicklungsvorgänge überhaupt — von einigen bemerkenswerthen Ausnahmen abgesehen — eine um so grössere Uebereinstimmung zeigt, je näher die systematische Verwandtschaft der ausgebildeten Formen ist, unterstützt die Annahme gemeinsamer Abstammung und die Voraussetzung verschiedener Abstufungen der Blutsverwandtschaft in hohem Grade. Sind in der That die engen und weiteren Kreise, welche systematischen Gruppen entsprechen, genetisch auf näher oder entfernter verwandte Grundformen zu beziehen, so wird auch die Geschichte der individuellen Entwicklung um so mehr gemeinsame Züge enthalten, je näher sich die Formen der Abstammung nach stehen. Gegen diese allgemein giltige Erscheinung kann nicht etwa die Thatsache verwerthet werden, dass in verschiedenen Thiergruppen die nächsten Verwandten ontogenetisch einen differenten Entwicklungsgang in der Richtung einschlagen, dass sich die einen mittelst Metamorphose oder Generationswechsel, die anderen direct ohne Larvenstadien entwickeln (Medusen — Distomeen, Polystomeen — Süsswasserkrebse, marine Decapoden etc.). Die Erklärung solcher Abweichungen wurde schon früher durch den Versuch gegeben, die directe Entwicklung als secundäre Form aus der Metamorphose, beziehungsweise dem Generationswechsel abzuleiten.

Dagegen finden wir in der Regel, dass bedeutender abweichende und unter sehr verschiedenen Existenzbedingungen stehende Thiere in ihrer postembryonalen Entwicklung bis zu einer früheren oder späteren Zeit ausserordentlich übereinstimmen. Dieselben können aber wiederum in der embryonalen Entwicklung differiren. Aber auch solche Fälle erklären sich aus den im Einzelnen abzuleitenden Erscheinungen der Anpassung, die nicht nur in dem Stadium der geschlechtlichen Form, sondern in jeder Entwicklungsperiode des Lebens ihren Einfluss ausübt und Veränderungen bewirkt, die sich in correspondirenden Altersstufen vererben, beziehungsweise in frühere Stadien zurückverlegt werden. Demgemäss haben nicht alle Larvenformen einen unmittelbar phyletischen Werth, sondern repräsentiren durch Anpassung wesentlich veränderte Zustände.

Die Erscheinungen der Metamorphose liefern zahlreiche Belege für die Thatsache, dass die Anpassungen der Jugendformen an ihre Lebensbedingungen ebenso vollkommen wie die des reifen Thieres sind; so wird es verständlich, weshalb zuweilen Larven mancher zu verschiedenen Ordnungen

gehörigen Insecten untereinander eine grosse Aehnlichkeit haben und Larven von Insecten derselben Ordnung einander unähnlich sein können. Wenn sich im Allgemeinen in der Entwicklung des Individuums ein Fortschritt von einfacherer und niederer zu complicirter, durch fortgesetzte Arbeitstheilung vollkommener gewordener Organisation ausspricht — und wir werden zu diesem Vervollkommnungsgesetz der individuellen Entwicklung in dem grossen Gesetz fortschreitender Vervollkommnung für die Entwicklung der Gruppen eine Parallele kennen lernen — so kann doch in besonderen Fällen der Entwicklungsgang zu mannigfachen Rückschritten führen, so dass wir das reife Thier für tiefer stehend und niederer organisirt erklären als die Larve. Auch diese als *„regressive Metamorphose“* bekannte Erscheinung *(Cirripedien* und *parasitische Crustaceen)* stimmt zu den Anforderungen der Züchtungslehre, da auch die Rückbildung und selbst der Verlust von Theilen unter vereinfachten Lebensbedingungen bei erleichtertem Nahrungserwerb (Parasitismus) für den Organismus von Vortheil sein kann.

Das Gleiche gilt für die Beziehungen zwischen der ontogenetischen Entwicklung zu den im System ausgesprochenen Abstufungen. Aus zahlreichen Beispielen ergibt sich, dass in den aufeinanderfolgenden Entwicklungsphasen des Fötallebens Züge sowohl der einfachern und tieferstehenden als der vollkommener organisirten Gruppen desselben Typus wiederkehren. Im Falle einer complicirten freien Entwicklung mittelst Metamorphose, deren Auftreten mit einer Vereinfachung der fötalen Entwicklung innerhalb der Eihüllen verknüpft ist, wird die Beziehung aufeinanderfolgender Larvenstadien zu den verwandten engeren Formkreisen des Systems, zu den verschiedenen Gattungen, Familien und Ordnungen oft unmittelbar ersichtlich. Beispielsweise wiederholen gewisse frühe Embryonalstadien der Säugethiere Bildungen, die zeitlebens bei niederen Fischen fortdauern. Spätere Zustände zeigen Eigenthümlichkeiten, welche persistenten Charakteren der Amphibien entsprechen. Die Metamorphose des Frosches beginnt mit einem Stadium, welches in Form, Organisation und Bewegungsweise an den Fischtypus anschliesst, und führt durch zahlreiche Larvenphasen hindurch, in welchen sich die Charaktere der anderen Amphibienordnungen (Perennibranchiaten, Salamandrinen) und einzelner Familien und Gattungen derselben wiederholen.

Biogenetisches Grundgesetz. Die unbestreitbare Aehnlichkeit zwischen aufeinanderfolgenden Stadien in der Entwicklungsgeschichte des Individuums und zwischen den verwandten Gruppen des Systems berechtigt uns, eine Parallele zu constatiren zwischen jener und der Entwicklung der Arten, welche freilich in den Beziehungen der systematischen Gruppen einen höchst unvollkommenen Ausdruck findet und erst aus der Urgeschichte, für die uns die Paläontologie nur dürftiges Materiale liefert, erschlossen werden kann. Diese Parallele, die natürlich im Einzelnen gar mancherlei grössere und geringere Abweichungen zeigt, erklärt sich aus der Descendenzlehre, nach

welcher, wie sich Fr. Müller[1]) ausdrückt, *die Entwicklungsgeschichte des Individuums als eine kurze und vereinfachte Wiederholung, gewissermassen als eine Recapitulation des Entwicklungsganges der Art erscheint.* Uebrigens war dieselbe bereits von zahlreichen älteren Forschern erkannt und wurde insbesondere von J. F. Meckel[2]) für alle wesentlichen Organsysteme nachgewiesen. Schon Meckel begründete den Satz, dass eine der Entwicklung in der Thierreihe parallel laufende Entwicklung der einzelnen Organismen besteht, und bezeichnete denselben treffend als „Gleichung zwischen der Entwicklung des Embryo und der Thierreihe". E. Haeckel hat dieses Verhältniss das *biogenetische Grundgesetz* genannt. Die in der Entwicklungsgeschichte des Individuums erhaltene geschichtliche Urkunde muss oft wegen mannigfacher Anpassungen auch im Jugendzustand, beziehungsweise während des Larvenlebens, mehr oder minder verwischt und undeutlich werden. Ueberall da, wo die besonderen Bedingungen im Kampfe um die Existenz eine Vereinfachung als nützlich erfordern, *wird die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlagen und die Metamorphose abgekürzt in das Eileben zurückgedrängt* werden, bis durch den gänzlichen Ausfall derselben die geschichtliche Urkunde völlig unterdrückt ist. Dagegen wird sich in den Fällen mit allmälig vorschreitender Verwandlung, mit stufenweise sich verändernden und unter ähnlichen oder gleichen Existenzbedingungen lebenden Jugendzuständen die Urgeschichte der Art minder unvollständig in der des Individuums wiederspiegeln.

2. Die Bedeutung der Geologie und Paläontologie.

Den Thatsachen der Morphologie parallel liefern die Ergebnisse der geologischen und paläontologischen Forschung wichtige Zeugnisse für die Richtigkeit der Lehre von der langsamen Umgestaltung der Arten und der allmäligen Entwicklung der Gattungen, Familien, Ordnungen etc. mittelst Abänderung der Arten. Zahlreiche und mächtige Gesteinsschichten, welche im Laufe der Zeit in bestimmter Reihenfolge nacheinander aus dem Wasser abgelagert wurden (plutonische Gesteine), bilden im Verein mit gewaltigen, aus dem feuerflüssigen Erdinnern hervorgedrungenen Eruptivmassen (vulcanische Gesteine) die feste Rinde unserer Erde. Die ersteren oder sedimentären Ablagerungen, sowohl in ihrer ursprünglich meist horizontalen Schichtung, als in dem petrographischen Zustande ihrer Gesteine mannigfach verändert, enthalten eine Menge von Ueberresten einer vormals lebenden Thier- und Pflanzenbevölkerung begraben. Obwohl uns diese Petrefacten mit einer sehr bedeutenden Zahl und grossen Formenmannigfaltigkeit vorweltlicher Organismen bekannt gemacht haben, so bilden sie doch nur einen sehr kleinen Bruchtheil der ungeheuren Menge von Lebewesen, welche zu allen Zeiten die Erde bevölkert haben. Immerhin reichen dieselben zur Er-

[1]) Fr. Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.
[2]) System der vergleichenden Anatomie, 1. Theil. Halle 1821.

kenntniss aus, dass zu den Zeiten, in welchen die einzelnen Ablagerungen entstanden sind, eine Thier- und Pflanzenwelt existirte, die sich von der gegenwärtigen Fauna und Flora um so mehr entfernt, je tiefer die betreffenden Gesteine in der Schichtenfolge liegen, je weiter wir in der Geschichte der Erde zurückgehen. Untereinander zeigen die Versteinerungen verschiedener Ablagerungen eine um so grössere Verwandtschaft, je näher dieselben in der Aufeinanderfolge der Schichten aneinander grenzen. Jede sedimentäre Bildung eines bestimmten Alters hat im Allgemeinen ihre besonderen, am häufigsten auftretenden Charakterversteinerungen (Leitfossile), aus denen man unter Berücksichtigung der Schichtenfolge und des petrographischen Charakters der Gesteine mit einer gewissen Sicherheit auf die Stelle zurückschliessen kann, welche die zugehörige Schicht in dem geologischen Systeme einnimmt.

Zweifelsohne sind die Petrefacten neben der Aufeinanderfolge der Schichten das wichtigste Hilfsmittel zur Bestimmung des relativen geologischen Alters der Ablagerungen, jedenfalls weit wichtiger als die Beschaffenheit der Gesteine an und für sich. Wenn allerdings auch in früherer Zeit die Ansicht massgebend war, dass die Gesteine derselben Zeitperiode stets die gleiche, die zu verschiedenen Zeiten abgesetzten dagegen eine verschiedene Beschaffenheit darbieten müssten, so hat man doch diese Vorstellung als eine irrige aufgegeben. Die geschichteten oder sedimentären Ablagerungen entstanden zu jeder Zeit unter ähnlichen Bedingungen wie gegenwärtig durch Absatz von thonigem Schlamm, von fein zerriebenem oder gröberem Sand, von kleineren oder grösseren Geschieben und Geröllen, durch chemische Niederschläge von kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk und Talk, von Kieselhydrat und Eisenoxydhydrat, durch Anhäufung fester Thierreste und Pflanzentheile. Zu festen Gesteinen, wie Thon- und Kalkschiefer, Kalkstein, Sandstein, Dolomit und Conglomeraten mancherlei Art wurden sie erst im Laufe der Zeit durch Wirkung verschiedener Ursachen, durch den gewaltigen mechanischen Druck aufliegender Massen und durch innere chemische Vorgänge u. s. w. umgestaltet. Wenn auch in vielen Fällen der besondere Zustand der Gesteine Anhaltspunkte zur Orientirung über das relative Alter bieten mag, so steht es doch fest, dass gleichzeitige Sedimente einen ganz abweichenden petrographischen Charakter zeigen können, während andererseits Ablagerungen aus sehr verschiedenen Perioden gleiche oder kaum zu unterscheidende Felsarten gebildet haben.

Dasselbe hat aber auch für die Versteinerungen gleichzeitig erfolgter Ablagerungen Geltung. Die Vorstellung, dass gleichzeitige Ablagerungen überall die gleichen Arten enthalten müssten, konnte sich nur so lange aufrecht erhalten, als die geologischen Untersuchungen auf kleine Länderdistricte beschränkt blieben. Ebensowenig vermochte die Anschauung Geltung zu bewahren, dass die einzelnen, durch bestimmte Schichtenfolgen charakterisirten geologischen Abschnitte scharf und ohne Uebergänge abzugrenzen seien. Weder petrographisch, noch paläontologisch sind die einzelnen Formationen,

wie man die Schichtencomplexe eines bestimmten Verbreitungsgebietes aus einer bestimmten Zeitperiode benennt, in der Weise geschieden, dass die Hypothese plötzlich erfolgter gewaltsamer Umwälzungen heutzutage noch Bedeutung haben könnte. Man wird vielmehr behaupten dürfen, *dass sowohl das Aussterben alter als das Auftreten neuer Arten keineswegs mit einem Male und gleichzeitig überall erfolgte, da gar manche Arten aus einer in die andere Formation hineinreichen und eine Menge Organismen aus der Tertiärzeit gegenwärtig nur wenig verändert oder gar in identischen Arten fortleben.* Wie aber die Zeit, welche man die recente nennt, in ihren Anfängen schwer zu bestimmen und weder nach dem Charakter der Ablagerungen, noch nach dem Inhalt der Bevölkerung scharf von der diluvialen, der sog. Vorwelt zu überweisenden Zeit abzugrenzen ist, so verhält es sich auch mit den engeren und weiteren Zeitperioden vorweltlicher Entwicklung, welche ähnlich den Abschnitten menschlicher Geschichte zwar auf grosse und bedeutende Ereignisse gegründet sind, aber doch in unmittelbarer Continuität stehen. Dass dieselben aber nicht plötzliche, über die ganze Erdoberfläche ausgedehnte Umwälzungen waren, sondern in localer Beschränkung einen langsamen und allmäligen Verlauf nahmen, dass die vergangene Erdgeschichte auf einem steten Entwicklungsprocess[1]) beruhe, in welchem sich die zahl-

[1]) Die Ursache für die ungleichmässige Entwicklung der Schichten und für die Begrenzung der Formationen hat man vornehmlich in Unterbrechungen der Ablagerungen zu suchen, die, wenn räumlich auch noch so ausgedehnt, doch eine mehr locale Bedeutung hatten. Wäre es möglich gewesen, dass irgend ein Meeresbecken während des gesammten Zeitraumes der Sedimentärbildungen gleichmässig fortbestanden und nach Massgabe besonders günstiger Verhältnisse in steter Continuität neue Ablagerungen gebildet hätte, so würden wir in demselben eine fortschreitende und durch keine Lücke unterbrochene Reihe von Schichten finden müssen, die wir nach Formationen abzugrenzen nicht im Stande sein würden. Das ideale Becken würde nur eine einzige Schichtenreihe einschliessen, in welcher wir zu allen anderen Formationen der Erdoberfläche Parallelbildungen fänden. In Wirklichkeit aber erscheint überall diese ideal gedachte zusammenhängende Schichtenfolge durch zahlreiche, oft grosse Lücken unterbrochen, welche den oft so bedeutenden petrographischen und paläontologischen Unterschied angrenzender Ablagerungen bedingen und Zeiträumen der Ruhe, respective der wieder zerstörten Sedimentärthätigkeiten entsprechen. Diese Unterbrechungen der localen Ablagerungen aber erklären sich aus den stetigen Niveauveränderungen, welche die Erdoberfläche in Folge der gebirgsbildenden Thätigkeit, durch plutonische und vulcanische Thätigkeit zu jeder Zeit erfahren hat. Wie wir in der Gegenwart beobachten, dass weite Länderstrecken scheinbar in allmälig fortschreitender Senkung (Westküste Grönlands, Koralleninseln), andere in langsamer säculärer Hebung (Westküste Südamerikas, Schweden) begriffen sind, dass durch unterirdische Thätigkeit Küstengebiete plötzlich vom Meere verschlungen werden und durch plötzliche Hebung Inseln aus dem Meere emportauchen, so waren auch in den früheren Perioden die Bedingungen vielleicht in ungleich höherem Grade thätig, um einen allmäligen, seltener (und dann mehr local beschränkten) plötzlichen Wechsel von Land und Meer zu bewirken. Meeresbecken wurden in Folge langsamen Abfliessens der Wassermassen trocken gelegt und stiegen zuerst als Inselgebiete, später als zusammenhängendes Festland empor, dessen verschiedene Ablagerungen mit ihren Einschlüssen von Seebewohnern auf die einstige Meeresbedeckung zurückwiesen. Umgekehrt traten grosse Gebiete vom Festland unter das Meer zurück, ihre höchsten Gebirgsspitzen als Inseln zurücklassend, und wurden zur Stätte

reichen in der Gegenwart zu beobachtenden Vorgänge durch ihre auf lange Zeiträume ausgedehnte Wirksamkeit zu einem gewaltigen Gesammteffect für die Umgestaltung der Erdoberfläche summirten, hat Lyell durch geologische Gründe in überzeugender Weise dargethan.

Nach den bisherigen Erörterungen kann sowohl die Continuität des Lebendigen, als die nahe Verwandtschaft der Organismen in den aufeinanderfolgenden Zeiträumen der Entwicklung theils aus geologischen, theils aus paläontologischen Gründen als erwiesen gelten. Indessen verlangt die Descendenzlehre auch das Vorhandensein unzähliger Uebergangsformen, sowohl zwischen den Arten der gegenwärtigen Lebewelt und denen der jüngeren Ablagerungen, als zwischen den Arten der einzelnen Formationen in der Reihenfolge ihres Alters, sodann den Nachweis von Verbindungsgliedern zwischen den verschiedenen systematischen Gruppen der heutigen Thier- und Pflanzenwelt, deren Aufstellung und Begrenzung nach Darwin ja nur durch das Erlöschen umfassender Artcomplexe im Laufe der Erdgeschichte zu erklären ist. Diesen Anforderungen vermag freilich die Paläontologie nur in unvollkommener Weise zu entsprechen, da die zahlreichen und fein abgestuften Varietätenreihen, welche nach der Selectionstheorie existirt haben müssen, für die bei weitem grössere Zahl von Formen in der geologischen Urkunde fehlen. Dieser Mangel, den Darwin selbst als Einwurf gegen seine Theorie anerkennt, verliert indessen seine Bedeutung, wenn wir die Bedingungen näher erwägen, unter denen überhaupt organische Ueberreste im Schlamme abgesetzt und als Versteinerungen der Nachwelt erhalten wurden, und wenn wir die Gründe kennen lernen, welche die *ausserordentliche Unvollständigkeit der geologischen Berichte* beweisen und uns ausserdem klar machen, dass solche Uebergänge zum Theil als Arten beschrieben sein müssen.

Zunächst werden wir nur von denjenigen Organismen Ueberreste in den Ablagerungen zu erwarten haben, welche ein festes Skelet, harte Stützen und Träger von Weichtheilen besassen, da ausschliesslich die Hartgebilde

---

neuer Schichtenbildung. Für die ersteren Ländergebiete traten Unterbrechungen der Ablagerungen ein, für die letzteren war nach längerer oder kürzerer Ruhezeit der Anfang zur Entstehung einer neuen Formation bezeichnet. Da aber diese Bewegungen, wenn sie auch Gebiete von grosser Ausdehnung betrafen, doch immer eine locale Beschränkung besitzen mussten, so traten Anfänge und Unterbrechungen der Formationen gleichen Alters nicht überall gleichzeitig ein; auf dem einen Gebiete dauerten die Ablagerungen noch geraume Zeit fort, während sie auf dem andern schon längst aufgehört hatten; daher müssen denn auch die oberen und unteren Grenzen gleichwerthiger Formationen nach den verschiedenen Localitäten eine grosse Ungleichförmigkeit darbieten. So erklärt es sich auch, dass die übereinanderliegenden Formationen durch ungleich mächtige Schichtenreihen vertreten sind, die übrigens selten vollständig durch Ablagerungen aus anderen Gegenden zu ergänzen sind. Die gesammte Folge der bis jetzt bekannten Formationen reicht indessen nicht zur Herstellung einer vollständigen und ununterbrochenen Scala der Sedimentärbildungen aus. Es bleiben noch immer mehrfache und grosse Lücken, deren Ergänzung in späterer Zeit von dem Fortschritt der Wissenschaft vielleicht erst nach Bekanntwerden von Formationen, die gegenwärtig von dem Meere bedeckt sind, zu erwarten ist.

des Körpers, wie Knochen und Zähne der Vertebraten, Kalk- und Kieselgehäuse von Mollusken und Rhizopoden, Schalen und Stacheln der Echinodermen, Chitingebilde der Arthropoden etc., der raschen Verwesung Widerstand leisten und zu allmäliger Petrification gelangen. Von zahllosen und besonders niederen Organismen, welche fester Skelettheile entbehren, wird demnach in dem geologischen Berichte eine nähere Kunde fehlen. Aber auch unter den versteinerungsfähigen Organismen gibt es grosse Classen, welche nur ausnahmsweise Spuren ihrer Existenz hinterlassen haben, und das sind gerade die Bewohner des Festlandes. Nur dann konnten von Landbewohnern versteinerte Ueberreste zurückbleiben, wenn ihre Leichen bei grossen Fluthen oder Ueberschwemmungen oder zufällig durch diese oder jene Veranlassung vom Wasser ergriffen und hier oder dort angeschwemmt, von erhärtenden Schlammtheilen umgeben wurden. Daher erklärt sich nicht nur die relative Armuth an fossilen Säugethieren, sondern auch die Thatsache, dass gerade von den ältesten (Beutler in dem Stonesfielder Schiefer etc.) fast nichts als der Unterkiefer erhalten ist, welcher während der Fäulniss des Leichnams leicht gelöst, durch seine Schwere dem Antriebe des Wassers am meisten Widerstand leistete und zuerst zu Boden sank. Obwohl es aus solchen Resten erwiesen ist, dass die Säugethiere schon zur Jurazeit existirten, so sind es doch erst die eocänen Formen, welche einen tieferen Einblick in ihre nähere Gestaltung gestatten.

Günstiger musste sich die Erhaltung für die Süsswasserbewohner, am günstigsten für die Seebevölkerung gestalten, da die marinen Ablagerungen den local beschränkten Süsswasserbildungen gegenüber eine ungleich bedeutendere Ausdehnung haben. Die Bildung mächtiger Formationen scheint jedoch überhaupt nur unter zwei Bedingungen stattgefunden zu haben: entweder in einer sehr grossen Tiefe des Meeres, zumal unterstützt durch die Wirkung des Windes und der Wellen, gleichviel ob der Boden in langsamer Hebung oder Senkung begriffen war — dann aber werden die Schichten meist verhältnissmässig arm an Versteinerungen geblieben sein, weil bei der relativen Armuth des Thier- und Pflanzenlebens in bedeutenden Tiefen nur Bewohner der Tiefsee zur Verfügung standen — oder auf *seichtem, der Entwicklung eines reichen und mannigfaltigen Leben günstigem Meeresboden, welcher lange Zeiträume hindurch in allmäliger Senkung begriffen war.* In diesem Falle behielt das Meer ununterbrochen eine reiche Bevölkerung, so lange die fortschreitende Senkung durch die beständig zugeführten Sedimente ausgeglichen wurde. Die Formationen, welche bei einer grossen Mächtigkeit in allen oder in den meisten ihrer Schichten reich an Fossilien sind, mögen sich auf sehr ausgedehntem und seichtem Meeresgrunde während langer Zeiträume allmäliger Senkung abgesetzt haben.

Somit ergibt sich schon aus der Entstehungsweise der Ablagerungen die grosse Lückenhaftigkeit der paläontologischen Ueberreste, die zudem auf die relativ jüngeren Ablagerungen beschränkt sein mussten. Die ältesten

und untersten sehr mächtigen Schichtencomplexe, in welchen Reste der ältesten Thier- und Pflanzenwelt begraben sind, erscheinen nämlich so völlig verändert, dass ihre eingeschlossenen organischen Residuen unkenntlich gemacht und zerstört wurden.

Jedenfalls wird so viel mit aller Sicherheit feststehen, dass sich nur ein sehr kleiner Bruchtheil der untergegangenen Thier- und Pflanzenwelt im fossilen Zustande erhalten konnte, und dass von diesem wiederum nur ein kleiner Theil unserer Kenntniss erschlossen ist. Deshalb dürfen wir nicht etwa aus dem Mangel fossiler Reste auf die Nichtexistenz von Zwischengliedern schliessen. Wenn dieselben in dem Verlaufe der Formation fehlen, oder wenn eine Art zum ersten Male in der Mitte der Schichtenfolge auftritt und alsbald verschwindet, oder wenn plötzlich ganze Gruppen von Arten erscheinen und ebenso plötzlich aufhören, so können diese Thatsachen um so weniger gegen die Selectionstheorie herangezogen werden, als für einzelne Fälle Reihen von Uebergangsformen zwischen mehr oder minder entfernten Organismen bekannt geworden sind und sich zahlreiche Arten als Zwischenglieder anderer Arten und Gattungen in der Zeitfolge entwickelt haben, als ferner nicht selten Arten und Artengruppen ganz allmälig beginnen, zu einer ausserordentlichen Verbreitung gelangen, wohl auch in spätere Formationen hinübergreifen und ganz allmälig wieder verschwinden. Diese positiven Thatsachen aber haben bei der Unvollständigkeit der versteinerten Ueberreste einen ungleich höheren Werth.

Von den Beispielen allmäliger, reihenweise zu ordnender Uebergänge, welche uns die Paläontologie liefert, möge es genügen, auf *Ammoneen*[1]) und einige *Gastropoden* hinzuweisen.

---

[1]) Schon vor dem Erscheinen von Darwin's Entstehung der Arten war von Quenstedt der directe genetische Zusammenhang für verschiedene Ammoneen aus aufeinanderfolgenden Schichten behauptet worden. Seitdem ist diese Darlegung von mehreren Forschern bestätigt und ergänzt worden. Unter Anderen hat L. Würtemberger für die als *Planulaten* und *Armaten* unterschiedenen Gruppen eine Reihe von Verbindungsgliedern nachgewiesen und im Einzelnen gezeigt, dass die Rippen der ersteren ganz allmälig in die Stacheln der letzteren übergehen. Besonders bedeutungsvoll erscheint aber die Art und Weise, wie sich die Uebergänge vollzichen, indem die Veränderung zuerst an der letzten Windung, und zwar nur an einem Theil derselben angedeutet auftritt, dann nach den jüngeren Ablagerungen hin sich schärfer ausprägt und der Spirale entsprechend immer weiter nach dem Centrum vorschreitet, so dass wir an den inneren Windungen den Typus der älteren Formen am längsten erhalten sehen. Und unabhängig von Würtemberger spricht sich M. Neumayr in gleicher Weise über die grosse Bedeutung der inneren Windungen zur Beurtheilung der Beziehungen nahe verwandter Formen aus, da sich dieselben in zahlreichen Fällen der „nahe verwandten geologisch älteren Form nähern, welche als der Vorfahre jener betrachtet werden muss“. Aber auch die als Gattungen, beziehungsweise als Familien zu trennenden Ammoneengruppen lassen sich aus einander ableiten und in diesem Zusammenhange durch die Stufenreihe der Formationen verfolgen. Die *Goniatiten* mit ungezackten winkeligen Loben, aber meist noch mit nach unten gekehrter Siphonaldute, ähneln noch sehr den *Nautiliden,* aus denen sie entsprungen sein mögen, und treten zuerst im Devon auf. Aus denselben entwickeln sich die vornehmlich für den Muschelkalk charakteristischen *Ceratiten* mit einfach gezackten Loben

Am wichtigsten aber dürften die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen von Thieren und Pflanzen der Gegenwart zu fossilen Ueberresten der jüngsten und jüngeren Ablagerungen sein. Insbesondere finden wir im Diluvium und in den verschiedenen Formationen der Tertiärzeit für zahlreiche jetzt lebende Arten die unmittelbar vorausgehenden Stammformen, und zwar werden die faunistischen Charakterzüge, die wir gegenwärtig für die lebende Thierwelt der verschiedenen Continente und geographischen Provinzen beobachten, durch die in den jüngsten Schichten begrabenen Ueberreste ihrer Stammeltern vorbereitet.

Zahlreiche fossile Säugethiere aus dem Diluvium und den jüngsten (pliocänen) Tertiärformationen Süd-Amerikas gehören den noch jetzt in diesem Welttheil verbreiteten Typen aus der Ordnung der Edentaten an. Faulthiere und Armadille von Riesengrösse (*Megatherium, Megalonyx, Glyptodon* etc.) bewohnten ehemals denselben Continent, dessen lebende Säugethierwelt durch die Faulthiere, Gürtelthiere und Ameisenfresser ihren so specifischen Charakter erhält. Neben jenen Riesenformen sind aber in den Knochenhöhlen Brasiliens auch kleine, ebenfalls ausgestorbene Arten bekannt geworden, die den jetzt lebenden theilweise so nahe stehen, dass sie als deren Stammformen gelten könnten. Dieses Gesetz der *„Succession gleicher Typen“* an denselben Oertlichkeiten findet auch auf die Säugethiere Neuhollands Anwendung, deren Knochenhöhlen zahlreiche, mit den jetzt lebenden Beutlern dieses Continents nahe verwandte Arten enthalten. Dasselbe gilt ferner für die Riesenvögel Neuseelands und, wie Owen und Andere zeigten, auch für die Säugethiere der alten Welt, die freilich durch die circumpolare Brücke mit der nord-amerikanischen in Continuität standen,

---

und glatten Sätteln, aber bereits nach oben gekehrter Siphonaldute. Diesen folgen die *Ammoniten* mit rings gezackten und schief geschlitzten Loben. Die letzteren gewinnen eine ausserordentliche Verbreitung in der Juraformation und reichen bis zur Kreide hinauf, in der sie in eine grosse Anzahl von Typen ohne regelmässige Spirale *(Scaphites, Hamites, Turrilites)* und mit freier Entwicklung der Schalenwindung auslaufen. Unter den *Gastropoden* verdienen in erster Linie die in dem Steinheimer Süsswasserkalk angehäuften Gehäuse der *Valvata multiformis* hervorgehoben zu werden, welche mit ganz flachen Planorbis-ähnlichen Formen beginnen und in der Schichtenfolge nach aufwärts zu immer höheren, schliesslich kreiselförmig ausgezogenen Abänderungen führen, welche ohne die grosse Reihe continuirlicher Zwischenglieder nicht nur specifisch, sondern auch generisch zu trennen sein würden. Während Quenstedt zuerst drei Hauptvarietäten als *planiformis, intermedia, trochiformis* unterschied, hat Hilgendorf (Hilgendorf, Ueber *Planorbis multiformis* im Steinheimer Süsswasserkalk. Monatsberichte der Berliner Akademie, 1866) nicht weniger als 19 Abänderungen constatiren können. Nun wurde allerdings von Sandberger der Einwand erhoben, dass die Varietäten nicht genau den verschiedenen Zonen angehören, vielmehr theilweise nebeneinander in derselben Schicht auftreten, und hieraus gefolgert, dass dieselben gleichzeitig neben einander bestanden hätten und mit verschiedenen Arten vermengt worden seien. Indessen wurde dieser Einwand von Hilgendorf zurückgewiesen, indem das gemeinsame Vorkommen in losem Sande als secundäres zu betrachten sei; auch Quenstedt schliesst sich dieser Auffassung an und hält die Continuität der Uebergänge aufrecht, welche sich allmälig aus der ältesten flachen Scheibenform entwickelten.

und von der auf diesem Wege zur Tertiärzeit altweltliche Typen nach Nord-Amerika gelangen konnten und umgekehrt. In ähnlicher Weise haben wir das Vorkommen central-amerikanischer Typen *(Didelphys)* in den älteren und mittleren Tertiärformationen Europas zu erklären. Für die Thierwelt dieses Alters war freilich noch viel weniger als für die der späteren Tertiärzeit die Unterscheidung von Thierprovinzen durchführbar.

Die Annäherung vorweltlicher Formen an die der Jetztwelt tritt bei den niederen einfacheren Thieren in weit früherer Zeit auf, als bei denen höherer Organisation. Schon zur Kreidezeit lebten Rhizopoden, welche von lebenden Arten (Globigerinenschlamm) nicht abzugrenzen sind. Dem entsprechend haben die Tiefseeforschungen [1]) das interessante Resultat ergeben, dass gewisse Spongien, Korallen, Echinodermen und Mollusken, welche lebend die Tiefe der See bewohnen, bereits zur Kreidezeit existirt haben. Von Weichthieren tritt eine grössere Zahl recenter Arten in der Tertiärzeit auf, deren Säugethierfauna einen von der gegenwärtigen noch ganz verschiedenen Charakter trägt. Die Mollusken der jüngeren Tertiärzeit stimmen schon in der Mehrzahl ihrer Arten mit den jetzt lebenden überein, während die Insecten jener Formationen noch bedeutend abweichen.

Dagegen sind die Säugethiere selbst in den postpliocänen (diluvialen) Ablagerungen zum Theil nach Art und Gattung verschieden, obwohl sich eine Reihe von Formen über die Eiszeit hinaus in die gegenwärtige Epoche erhalten hat. Aus diesem Grunde und wegen der relativen Vollständigkeit der tertiären Ueberreste erscheint es von besonderem Interesse, die recente Säugethierfauna durch die pleistocänen Formen bis in die älteste Tertiärzeit zurück zu verfolgen. Für die Säugethiere dürfte es zuerst gelingen, die Stammesentwicklung einer Reihe von Arten nachzuweisen. Rütimeyer unternahm es zuerst, die Grundlinien zu einer paläontologischen Entwicklungsgeschichte für die *Hufthiere* und vornehmlich die *Wiederkäuer* zu entwerfen, und gelangte auf Grund detaillirter geologischer und anatomischer (Milchgebiss) Vergleichungen zu Resultaten, welche es nicht bezweifeln lassen, dass ganze Reihen heutiger Säugethierspecies unter sich und mit fossilen in collateraler oder directer Blutsverwandtschaft stehen. Und Rütimeyer's Versuch wurde durch die jüngsten umfassenden Arbeiten W. Kowalevsky's im Princip bestätigt und durch Aufstellung einer natürlichen, genetisch begründeten Classification der Hufthiere erweitert.

Dazu kommen die jüngsten Forschungen von Marsh, welche auf Grund zahlreicher Funde in Amerika (Wyoming, Green-River, White-River) die Genealogie der Gattung *Equus* ausserordentlich vervollständigten (Fig. 161).

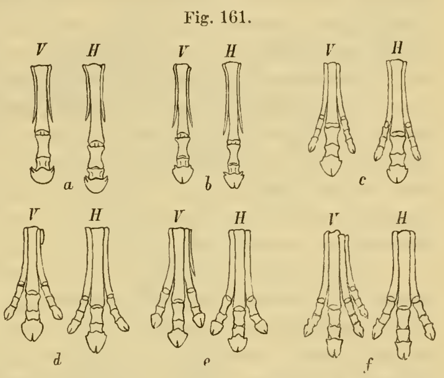
---

[1]) In der Tiefe des Oceans, in welcher trotz des grossen Druckes, des beschränkten Lichtes und Gasgehaltes des Wassers die Bedingungen für die Entwicklung des Thierlebens ungleich günstiger sind, als man früher glaubte, finden wir Typen früherer Formationen erhalten (*Rhizocrinus Lofotensis — Apiocriniten; Pleurotomaria, Siphonia, Micraster, Pomocaris* etc.).

Auf das alteocäne *Eohippus,* welches an den Vorderfüssen noch ein Rudiment der Innenzehe besass, folgte das eocäne *Orohippus,* bei welchem an den Vordergliedmassen auch noch die kleine Zehe neben den drei den Boden berührenden Hauptzehen als Afterzehe vorhanden war, dann das dreihufige *Miohippus* aus dem unteren Miocän und auf dieses das unterpliocäne *Protohippus,* endlich das oberpliocäne *Pliohippus,* welche die Stammform der diluvialen und recenten Gattung *Equus* ist.

Für die meisten Säugethierordnungen, wie für die Fledermäuse, Proboscideen, Walthiere etc., lassen sich freilich zur Zeit die Wurzeln ihres Ursprunges nicht näher zurückverfolgen, während für einzelne Ordnungen, wie Halbaffen, Carnivoren, Hufthiere und Nager, in Resten ausgestorbener Typen merkwürdige Zwischenglieder entdeckt worden sind. Für diese erscheinen wiederum die Tertiärreste Nord-Amerikas von hervorragender Bedeutung. Hier lebten im Eocän (Wyoming) die *Tillodonten* [1]) mit der Gattung *Tillotherium,* welche einen breiten Bärenschädel, zwei breite Schneidezähne wie ein Nager und Backenzähne nach Art der Paläotherien besass, während die fünfzehigen Füsse mit starken Klauen bewaffnet waren. Ebenso vereinigten sich im Skeletbau Eigenthümlichkeiten von Carnivoren und Hufthieren. Die *Dinoceraten* (*Dinoceras laticeps, mirabile*) waren gewaltige Hufthiere mit fünfzehigen Füssen und sechs Hörnern auf dem Kopfe, ohne Schneidezähne im Zwischenkiefer, mit gewaltigen hauerartigen Eckzähnen im Oberkiefer und sechs Backenzähnen. Ein dritter Typus der *Brontotheriden* trug quergestellte Hörner vor den Augen und erreichte Elephantengrösse. Ausser den genannten sind aber noch eine Reihe anderer Säugethiergruppen, deren Ueberreste in weit jüngere Schichten reichen, aus der Lebewelt völlig geschwunden, unter ihnen die süd-amerikanischen *Megatheriden* (*Mylodon, Megatherium*) aus der Ordnung der Edentaten, sowie die *Toxodonten,* deren Schädel und Gebiss mit Hufthieren, Nagern und Edentaten Beziehungen bietet Indessen sind auch viele andere Typen, insbesondere von Hufthieren,

Fig. 161.



Vorder- (*V*) und Hinterfuss (*H*) von *a Equus, b Pliohippus, c Protohippus (Hipparion), d Miohippus (Anchitherium), e Mesohippus, f Orohippus.* (Nach Marsh.)

[1]) Vergl. O. C. Marsh, Principal Characters of the Tillodontia. Amer. Journal of Sciences and Arts, Vol. XI, 1876. Derselbe, Principal Characters of the Dinocerata. Ebendaselbst, 1876. Derselbe, Principal Characters of the Brontotheridae. Ebendaselbst, 1876.

welche zur Tertiärzeit in beiden Erdhemisphären lebten, in Amerika ausgestorben, während sie sich im Osten bis zur Gegenwart erhalten haben. Elephanten und Mastodonten, Rhinoceriden und Equiden reichen dort zwar in die Diluvialzeit, aber nicht in die recente Periode hinein. Von Perissodactylen blieb in Amerika ausschliesslich die Gruppe der Tapire erhalten, die auch in der östlichen Erdhälfte in ostindischen Arten fortlebt.

Auch das paläarktische Gebiet hat ausgestorbene Zwischengruppen von Säugethieren aufzuweisen, von denen uns tertiäre Reste überkommen sind. In den Phosphoriten von Quercy[1]) in Süd-Frankreich finden sich Schädelreste von Halbaffen *(Adapis)*, deren Bezahnung das Gebiss von alten Hufthieren und Lemuren verbindet *(Pachylemuren)*, so dass die Frage aufgeworfen werden konnte, ob nicht die Halbaffen mit mehreren eocänen Hufthieren (Dickhäutern) einen gemeinsamen Ursprung gehabt haben. An den gleichen Oertlichkeiten aber treten auch merkwürdige, sehr wohl erhaltene Knochenreste eigenthümlicher Carnivoren, der *Hyaenodonten*, auf, über deren Natur als Beutelthiere man längere Zeit im Zweifel war, bis Filhol aus den Ersatzzähnen des bleibenden Gebisses die Natur als placentale Carnivoren wahrscheinlich machte. Die grosse Uebereinstimmung der Backenzähne dieser *Hyaenodonten* mit denen fleischfressender Marsupialien, sowie die geringe Grösse der Schädelhöhle und somit die relativ geringe Ausbildung des Gehirns dürfen die aus zahlreichen anderen Gründen wahrscheinlich gemachte Ansicht unterstützen, dass sich die placentalen Säugethiere aus Beutelthieren während der mesozoischen Zeit entwickelt haben.

In den ältesten Schichten des Eocän erscheinen freilich in beiden Erdhälften die höheren placentalen Säugethiere schon in reicher Gestaltung und in ausgeprägten Gegensätzen *(Artiodactylen, Perissodactylen)*, indessen ist kein Grund vorhanden, die unermessliche Periode bis herab zu dem Keuper, in welchem als die ältesten Säugethierreste Zähne und Knochen von insectenfressenden Beutelthieren gefunden wurden, als die Zeit zu betrachten, in welcher sich diese höhere Entwicklung des Säugethierorganismus vollzogen hat, da uns aus derselben bislang nur höchst spärliche Reste (Jura, England) von Beutlern bekannt wurden.

Noch auf anderen Gebieten hat die Paläontologie Verbindungsglieder von Thiergruppen, selbst von Ordnungen und Classen kennen gelernt. Die *Labyrinthodonten*, die ältesten, schon in der Steinkohlenformation auftretenden Lurche, zeigen mehrfache Charaktere der Fische (Knochenschilder der Brust etc.) mit Reptilienmerkmalen verbunden und besassen ein knorpeliges Skelet. Zahlreiche fossile Sauriergruppen gehören zu Ordnungen und Unterordnungen *(Halosaurier, Dinosaurier, Pterodactylier* [Fig. 162], *Thecodonten)*, aus denen sich kein einziger Repräsentant bis in die Gegenwart erhalten hat, andere wiederum liefern Verbindungsglieder zu recenten

[1]) Vergl. H. Filhol, Recherches sur les Phosphorites du Quercy. Étude des fossiles qu'on y rencontre et spécialement des Mammifères. Ann. sciences géologiques, Vol. VII, 1876.

Ordnungen, wie neuerdings eine solche Beziehung der „pythonomorphen" (der Gattung *Mosasaurus* verwandten) Echsen aus der Kreide Amerikas im Schädel- und Kieferbau zu den Schlangen nachgewiesen wurde. Nach Owen's Untersuchungen über die fossilen Reptilien des Caplandes lebten dort einst Reptilien *(Theriodonten)*, welche in Gebiss- und Fussgestaltung sich auffallend fleischfressenden Säugethieren näherten. Die Zähne derselben, wenn auch einwurzelig, sind als Schneide-, Eck- und Backenzähne zu unterscheiden und geben zu Betrachtungen Anlass, nach denen möglicherweise das Gebiss der ältesten bislang bekannten Beutelthiere (Keuper) aus einem Theriodontenähnlichen Reptiliengebiss abzuleiten ist.

Selbst für die streng abgeschlossene, im Körperbau so einförmig gestaltete Classe der Vögel wurde zuerst in einem unvollständigen Abdrucke des Sohlenhofner Schiefers eine Uebergangsform zu den Reptilien in *Archaeopteryx lithographica* (Fig. 163) entdeckt, welche statt des kurzen Vogelschwanzes einen langen, aus zahlreichen (20) Wirbeln zusammengesetzten Reptilschwanz mit zweizeilig geordneten Steuerfedern trug *(Saururae)* und sich sowohl in der Gliederung der Wirbelsäule, als in dem Bau des Beckens den langschwänzigen Flugeidechsen annäherte. Der Fund eines zweiten vollständigeren Exemplars von *Archaeopteryx* (Fig. 164) hat das Gebiss dieser Thiere, welche spitze, in den Kiefern eingekeilte Zähne trugen, nachweisen lassen. Ausserdem wurden amerikanische Vogeltypen aus der Kreide bekannt, welche untereinander und von den Saururen viel weiter als jetzt lebende Vögel irgend welcher Ordnung divergiren. Dieselben, von Marsh[1]) als *Odontornithes* bezeichnet und als Subclasse unterschieden, besassen Zähne in den schnabelartig verlängerten Kiefern. Die einen (Ordnung *Ichthyornithes*) hatten biconcave Wirbel, eine *Crista sterni* und wohlentwickelte Schwingen *(Ichthyornis)* (Fig. 165), die anderen *(Odontolcae)*, mit Zähnen in Gruben und normalen

Fig. 162.



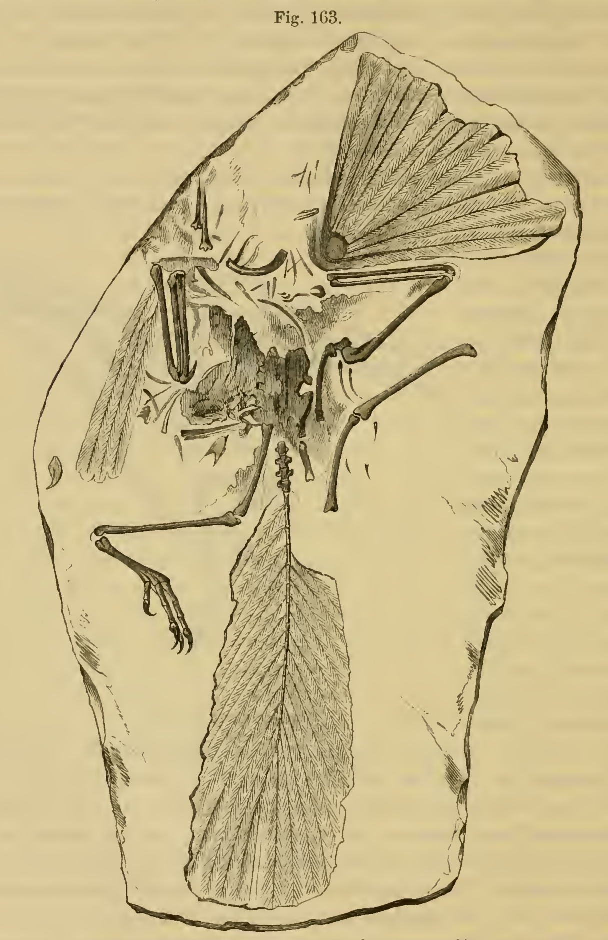
Pterodactylus elegans, nach Zittel.

[1]) O. C. Marsh, Odontornithes. A Monograph of the extinct toothed birds of North-America. New-Haven 1880.

Wirbeln, ohne Brustbeinkiel und mit rudimentären Schwingen, waren flugunfähig *(Hesperornis, Lestornis)* (Fig. 166).

Möglicherweise wird es später noch gelingen, durch Entdeckung neuer Typen die Verbindung mit den *Dinosauriern (Compsognathus)* herzustellen,

Fig. 163.



Archaeopteryx lithographica. (Exemplar des britischen Museums.)

deren Becken- und Fussbildung nähere Beziehungen zu den gleichen Körpertheilen der Vögel bieten.

Vergleichen wir, von den ältesten der erhaltenen Formationen an, die Thier- und Pflanzenbevölkerung der aufeinanderfolgenden Perioden der Erd-

bildung, so wird mit der allmäligen Annäherung an die Fauna und Flora der Jetztzeit im Ganzen und Grossen ein stetiger Fortschritt vom Niederen zum Höheren offenbar. Die ältesten Formationen der sog. archäischen Zeit, deren Gesteine sich freilich grossentheils in metamorphischem Zustande befinden, ihrer ungeheuren Mächtigkeit nach aber unermessliche Zeiträume zu ihrer Entstehung nothwendig gehabt haben, führen keine mit Sicherheit als solche erkennbare fossile Reste, wenngleich das Vorkommen bituminöser

Fig. 164.

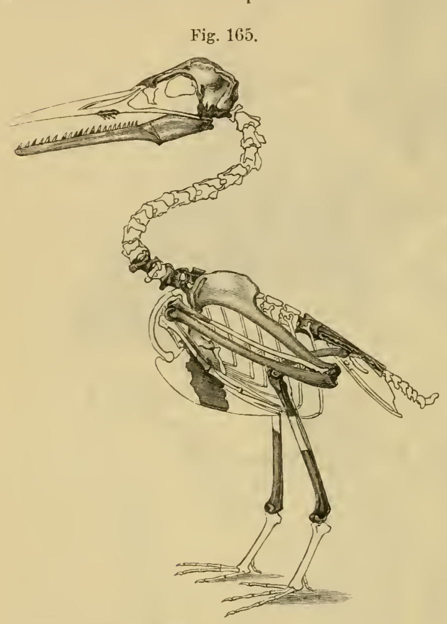


Archaeopteryx lithographica. (Exemplar des mineralogischen Museums in Berlin.)

Gneise in den alten Formationen auf die damalige Existenz organischer Körper hinweist. *Die gesammte und gewiss reichhaltige Organismenwelt der ältesten Perioden ging unter, ohne deutlichere Spuren, als die Graphitlager der krystallinischen Schiefer zurückzulassen.* In den ältesten und sehr umfangreichen Schichtengruppen der paläozoischen Zeit finden sich aus der Pflanzenwelt ausschliesslich Cryptogamen, besonders Tange, die unter dem Meere mächtige und formenreiche Waldungen bildeten. Zahlreiche Seethiere aus sehr verschiedenen Gruppen, Zoophyten, Weichthiere, *Brachiopoden,*

Krebse *(Leptostraken*-ähnliche *Hymenocaris, Trilobiten)* und Fische, letztere mit höchst eigenthümlichen, einer tiefen Organisationsstufe entsprechenden gepanzerten Formen *(Cephalaspiden),* belebten die warmen Meere der Primärzeit. Von Landbewohnern finden wir Insecten und Scorpioniden schon im Silur; zahlreicher werden die Reste derselben in der Steinkohle, wo wir auch Amphibien *(Stegocephalen, Archegosaurus)* mit Chorda und Knorpelskelet finden; in den Formationen des Dyas erscheinen dann Reptilien in grossen eidechsenartigen Formen *(Proterosaurus),* während noch immer die Fische, aber ausschliesslich Knorpelfische und Ganoiden mit Chorda dorsalis und unter den Pflanzen die Gefässcryptogamen (Baumfarren, Lepidodendren, Calamiten, Sigillarien, Stigmarien) dominiren.

Fig. 165.



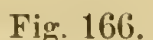
Ichthyornis dispar, nach Marsh. (Restaurirt.)

In der Secundärzeit erlangen von Wirbelthieren die Eidechsen und in der Pflanzenwelt die bereits schon zur Steinkohlenzeit vereinzelt auftretenden Nadelhölzer und Cycadeen eine solche vorwiegende Bedeutung, dass man nach ihnen wohl die ganze Periode das Zeitalter der Saurier und Gymnospermen genannt hat. Unter den ersten sind die colossalen, auf das Land angewiesenen Dinosaurier, die Flugeidechsen oder Pterodactylier und die Seedrachen oder Halosaurier mit den bekanntesten Gattungen *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus* der Secundärzeit ganz eigenthümlich. Auch Säugethiere finden sich schon, freilich mehr vereinzelt, sowohl in den obersten Schichten der Trias, als im Jura, und zwar ausschliesslich der niedersten Organisationsstufe der Beutler angehörig. Blüthenpflanzen erscheinen zuerst in der Kreide, die auch die ältesten Reste entschiedener Knochenfische einschliesst.

Erst in der Tertiärzeit kommen die Blüthenpflanzen und die Säugethiere, unter denen auch die höchste Ordnung der Affen ihre Repräsentanten findet, zu so reicher Entfaltung, dass man diesen Zeitraum als den der Laubwälder und Säugethiere bezeichnet hat. In den oberen Tertiärablagerungen steigert sich dann die Annäherung an die Gegenwart für Thiere und Pflanzen immer

mehr. Während zahlreiche niedere Thiere und Pflanzen nicht nur der Gattung, sondern auch der Art nach mit lebenden identisch sind, gewinnen auch

Fig. 166.



Hesperornis nach Marsh.

die Arten und Gattungen der höheren Thiere eine grössere Aehnlichkeit mit denen der Gegenwart. Mit dem Uebergang in die diluviale und recente Zeit

nehmen unter den Blüthenpflanzen die höheren Typen an Zahl und Verbreitung zu, und wir werden in allen Ordnungen der Säugethiere mit Formen bekannt, welche in ihrem Bau nach bestimmten Richtungen immer eingehender specialisirt und deshalb vollkommener erscheinen. Im Diluvium finden wir erst unzweifelhafte Spuren für das Dasein des Menschen, dessen Geschichte und Culturentwicklung nur den letzten Abschnitt des relativ so kleinen recenten Zeitraumes ausfüllt.

Trotz der grossen Unvollständigkeit der geologischen Urkunde genügt das gebotene Material zum Nachweise einer fortschreitenden Entwicklung von einfachen und niederen zu höheren Organisationsstufen, zur Bestätigung des Gesetzes fortschreitender Vervollkommnung in der zeitlichen Aufeinanderfolge der Gruppen. Freilich vermögen wir im Verlaufe des Fortschrittes nur einen sehr kleinen Zeitraum zu verwerthen, da die Organismenwelt der ältesten und umfassendsten Zeitperioden vollständig aus der Urkunde verschwunden ist.

3. Die Bedeutung der geographischen Verbreitung.

Die geographische Verbreitung der Thiere und Pflanzen bietet sehr verwickelte und oft schwer verständliche Verhältnisse. Auch sind unsere Erfahrungen auf diesem Gebiete noch viel zu beschränkt, um die Aufstellung durchgreifender allgemeiner Gesetze möglich zu machen. Wir sind noch weit von der kaum lösbaren Aufgabe entfernt, uns ein vollständiges Bild von der Vertheilung der Thiere über die Erdoberfläche zu entwerfen.

Die gegenwärtige Vertheilung von Thieren und Pflanzen erscheint als das combinirte Resultat von der einstmaligen Verbreitung ihrer Vorfahren und der seitdem eingetretenen geologischen Umgestaltungen der Erdoberfläche. Demnach ist die Thier- und Pflanzengeographie[1]) zunächst mit demjenigen Theile der Geologie, welcher die jüngsten Vorgänge der Gestaltung der Erdrinde und ihre Einschlüsse zum Gegenstande hat, innig verkettet; sie kann sich daher nicht darauf beschränken, die Verbreitungsbezirke der jetzt lebenden Thier- und Pflanzenformen festzustellen, sondern muss auf die Ausbreitung der in den jüngsten Formationen eingeschlossenen Ueberreste, der nächsten Verwandten und Vorfahren der gegenwärtigen Lebewelt Rücksicht nehmen. Wenn wir zwischen dem Norden Amerikas und dem paläarktischen Continent, andererseits zwischen Süd-Amerika, Afrika und Australien ähnliche (sogenannte vicariirende oder Repräsentativformen, Buffon) oder gemeinsame Typen finden, so weisen diese auf eine frühere circumpolare Brücke des Nordens, sowie nach Rütimeyer auch

[1]) P. L. Sclater, Ueber den gegenwärtigen Stand unserer Kenntniss der geographischen Zoologie. Erlangen 1876. A. R. Wallace, Die geographische Verbreitung der Thiere, übersetzt von A. B. Meyer. Tom. I und II. 1876. Derselbe, Island life or the phenomena and causes of Insular Faunas and Floras, including a revision and attempted solution of the problem of Geological Climates. London 1880.

auf die ehemalige, weit zurückliegende Existenz eines grossen südlichen Continents, mit Australien hin, welcher das Ausgangscentrum der flugunfähigen Struthioniden, der ausgestorbenen Riesenvögel (von Madagascar und Neuseeland) und der Edentaten (*Manis*, Süd-Asien, *Orycteropus*, Afrika) gewesen sein dürfte. (Beziehungen der Flora von Australien, Capland, Feuerland.) Als gemeinsame Bewohner des Nordens beider Continente sind Eisfuchs, Vielfrass und Bär, Wolf und Luchs, Murmelthier und Alpenhase, Renthier und Hirsch, Bison, und für ältere Perioden Pferd, Mammuth und Moschusochse hervorzuheben. Obwohl in diesem Sinne die Wissenschaft der Thiergeographie noch am Anfange steht, sind doch zahlreiche und wichtige Thatsachen der geographischen Verbreitung mit der Transmutationstheorie in Einklang zu bringen. Dieselbe hat die horizontale Verbreitung der Organismen mit der verticalen oder geologischen Folge derselben in Einklang zu bringen und die territorialen Veränderungen zur Erklärung heranzuziehen.

Für die Richtigkeit dieser Lehre spricht die Thatsache, dass weder Aehnlichkeit noch Unähnlichkeit der Bewohner verschiedener Gegenden ausschliesslich aus klimatischen und physikalischen Verhältnissen zu erklären sind. Sehr nahe stehende Thier- und Pflanzenarten treten oft unter höchst verschiedenen Naturbedingungen auf, während unter gleichen oder sehr ähnlichen Verhältnissen des Klimas und der Bodenbeschaffenheit eine ganz heterogene Bevölkerung leben kann. Dagegen steht die Grösse der Verschiedenheit mit dem Grade der räumlichen Abgrenzung, mit den Hindernissen, welche freier Wanderung entgegentreten, in engem Zusammenhange. Die alte und neue Welt, mit Ausschluss des nördlichsten polaren Gebietes vollkommen getrennt, haben eine zum Theil sehr verschiedene Fauna und Flora, obwohl in beiden rücksichtlich der klimatischen und physikalischen Lebensbedingungen unzählige Parallelen bestehen, welche das Gedeihen der nämlichen Art in gleicher Weise fördern würden. Vergleichen wir insbesondere die Länderstrecken von Süd-Amerika mit entsprechend gelegenen Gegenden gleichen Klimas von Süd-Afrika und Australien, so treffen wir drei bedeutend abweichende Faunen und Floren, während die Thiere in Süd-Amerika unter verschiedenen Breiten und ganz abweichenden klimatischen Bedingungen nahe verwandt erscheinen. Hier wechseln im Süden und Norden Organismengruppen, die zwar der Art nach verschieden, aber doch den gleichen oder nahe verwandten Gattungen und bereits im Diluvium, sowie zur jüngeren Tertiärzeit in Süd-Amerika verbreiteten Thiergruppen angehören. Die Ebenen der Magellanstrasse, sagt Darwin, sind von einem Nandu *(Rhea Americana)* bewohnt, und im Norden der La Plata-Ebene wohnt eine andere Art derselben Gattung, doch kein echter Strauss *(Struthio)* oder Emu *(Dromaeus)*, welche in Afrika und beziehungsweise in Neuholland unter gleichen Breiten vorkommen. In denselben La Plata-Ebenen finden sich das Aguti *(Dasyprocta)* und die Viscache *(Lagostomus)*, zwei Nagethiere von der Lebensweise unserer Hasen und Kaninchen und mit ihnen

in die gleiche Ordnung gehörig, aber einen rein amerikanischen Organisationstypus bildend. Steigen wir zu dem Hochgebirge der Cordilleren heran, so treffen wir die Bergviscache *(Lagidium)*; und sehen wir uns am Wasser um, so finden wir zwei andere süd-amerikanische Typen, den Coypu *(Myopotamus)* und Capybara *(Hydrochoerus)* statt des Bibers und der Bisamratte.

Nach dem allgemeinen Gepräge ihrer Land- und Süsswasserbewohner kann man die Erdoberfläche in sechs bis acht Regionen eintheilen, die freilich deshalb nur einen relativen Ausdruck für natürliche grosse Verbreitungsbezirke zu geben im Stande sind, weil sie sich nicht auf alle Thiergruppen in gleicher Weise anwenden lassen und dann unmöglich in gleichem Grade und nach denselben Richtungen differiren. Auch muss es intermediäre Gebiete geben, welche Eigenschaften der benachbarten Regionen mit einzelnen Besonderheiten combiniren und eventuell als selbstständige Regionen in Frage kommen.

Das Verdienst, eine natürliche Aufstellung der grossen Verbreitungsgebiete mit engern Abtheilungen begründet zu haben, gebührt Sclater, welcher, auf die Verbreitung der Vögel gestützt, sechs Regionen unterschied, Regionen, durch deren Barrièren so ziemlich auch die Verbreitung der Säugethier- und Reptilienfauna begrenzt wird.

1. Die *paläarktische* Region: Europa, das gemässigte Asien und Nord-Afrika bis zum Atlas.

2. Die *nearktische* Region: Grönland und Nord-Amerika bis Nord-Mexico.

3. Die *äthiopische* Region: Afrika südlich vom Atlas, Madagascar und die Mascarenen.

4. Die *indische* Region: Indien südlich vom Himalaya bis Süd-China, Borneo und Java.

5. Die *australische* Region: Australien und die Südsee-Inseln, sowie die Mollukken westlich bis inclusive Lombok.

6. Die *neotropische* Region: Süd-Amerika, die Antillen und Süd-Mexico.

Andere Forscher (Huxley) haben später darauf hingewiesen, dass die vier ersten Regionen miteinander eine weit grössere Aehnlichkeit haben, als irgend eine derselben mit der von Australien oder Süd-Amerika, dass ferner Neuseeland durch die Eigenthümlichkeiten seiner Fauna berechtigt sei, als selbstständige Region neben den beiden letzteren unterschieden zu werden, und dass endlich eine *Circumpolarprovinz*[1]) von gleichem Rang wie die paläarktische und nearktische anerkannt zu werden verdiene.

---

[1]) Dagegen unterscheidet Andrew Murray in seinem Werke über die geographische Verbreitung der Säugethiere, 1866, nur vier Regionen, die paläarktische, die indo-afrikanische, die australische und die amerikanische Region, während Rütimeyer neben den sechs Sclater'schen Provinzen die *circumpolare* anerkennt und eine mediterrane oder Mittelmeerprovinz hinzufügt. Endlich hat J. A. Allen (Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Cambridge, Vol. 2) im Zusammenhang mit dem „Gesetz der circumpolaren Vertheilung des

Wallace spricht sich gegen die Aufstellung sowohl einer *neuseeländischen* als einer *circumpolaren* Region aus und adoptirt aus praktischen Gründen die sechs Sclater'schen Regionen, mit dem Zugeständniss, dass dieselben nicht von gleichem Range sind, indem die süd-amerikanische und australische viel isolirter stehen.

Die Schranken der unterschiedenen Regionen stellen sich als ausgedehnte Meere, hohe Gebirgsketten oder Sandwüsten von grosser Ausdehnung dar und sind selbstverständlich keineswegs für alle organischen Erzeugnisse Barrièren vom Werthe absoluter Grenzen, sondern gestatten für diese oder jene Gruppen Uebergänge aus dem einen Gebiete in das andere. Die Hindernisse der Aus- und Einwanderung erscheinen zwar hier und da für die Jetztzeit unübersteiglich, waren aber gewiss in der Vorzeit unter anderen Verhältnissen der Vertheilung von Wasser und Land von der Gegenwart verschieden und für manche Lebensformen leichter zu überschreiten. Ja man kann für viele der Schranken mit Sicherheit behaupten, dass dieselben in früheren Zeitperioden nicht existirten, dass Continente, die jetzt durch Meere getrennt sind, in unmittelbarem Zusammenhange standen (Nord-Afrika und Süd-Europa), dass Inseln in früherer Zeit Theile des benachbarten Continents waren (England, Faröer, Island, Grönland), und Ländergebiete, welche jetzt zu demselben Continente gehören, durch ein ausgedehntes Meer getrennt waren (Nord-Afrika, tropisches Afrika). Doch ist nach Wallace die Ansicht, dass Continente in früherer Zeit versunken und an Stelle des Meeres Continente vorhanden waren, zurückzuweisen.

Für die Ausbreitung der landbewohnenden Säugethiere wird man im Allgemeinen bestätigt finden, dass die für bestimmte Territorien charakteristischen Artengruppen den Abstufungen der örtlichen Trennung proportional verschieden sind.

Als Beispiel diene der Gegensatz zwischen den Affen der alten und neuen Welt, welcher den systematischen, als Unterordnung bewertheten Gruppen der Schmalnasen (Catarrhinen) und plattnasigen Affen (Platyrrhinen) parallel geht. Unter den ersteren stehen sich wiederum die afrikanischen Stummelaffen *(Colobus)* und die süd-asiatischen Schlankaffen *(Semnopithecus)* sehr nahe, und sind die einen gewissermassen Repräsentativformen der anderen. Aber auch die einzelnen *Semnopithecus*-Arten sind über local getrennte Wohnplätze verbreitet, welche einander viel näher liegen und durch geringere Schranken getrennt sind. indem z. B. die eine Art (Budeng) auf Java, die andere, *S. nasicus,* Nasenaffe, auf Borneo lebt, eine dritte, *S. entellus,* auf dem ostindischen Festland, *S. nemaeus,* Kleideraffe, in Cochinchina verbreitet ist. Von den Anthropomorphen gehören die dolichocephalen Formen

Lebens in Zonen" die Unterscheidung von acht Gebieten vorgeschlagen: 1. Arktisches Reich. 2. Nördlich gemässigtes Reich. 3. Amerikanisch tropisches Reich. 4. Indo-afrikanisch tropisches Reich. 5. Süd-amerikanisch tropisches Reich. 6. Afrikanisch gemässigtes Reich. 7. Antarktisches Reich. 8. Australisches Reich.

mit 13 Rippenpaaren, der Gorilla und Chimpanse, Afrika an, während die brachycephalen, durch den Besitz von nur 12 oder 11 Rippenpaaren ausgezeichneten Orangs Asiaten sind und wiederum nach ihrem Aufenthalt auf Sumatra und Borneo in Varietäten oder Arten unterschieden werden.

Die Ordnung der Strausse ist in bedeutend differenten Typen über drei Welttheile ausgebreitet. Die neuholländischen Casuare und Emus stehen einander viel näher als dem zweizehigen afrikanischen Strauss und den süd-amerikanischen Nandus. Von den Emus bewohnt *Dromaeus Novae Hollandiae* den Osten, *D. irroratus* den Westen Australiens, und ebenso hat jede der bekannten Casuararten ihren besonderen Wohnbezirk, *C. australis* an der Nordküste, *C. Benetti* in Neu-Britannien, *C. Kaupii* in Neuguinea, *C. galeatus* von den Molukken.

Allerdings gibt es auch wieder eine Reihe von Ausnahmsfällen, indem weit entfernt liegende Länder, wie z. B. Japan und Gross-Britannien, geringere Unterschiede ihrer Organismenwelt zeigen, während relativ nahe liegende, wie Afrika und Madagascar, Australien und Neuseeland, sowie die Inseln Lombok und Bali eine höchst abweichende Fauna und Flora besitzen. Eine Erklärung dieser auffallenden Thatsachen gewinnen wir aber mit Hilfe der territorialen Veränderungen, welche mehr oder minder weit in frühere Perioden der Erdgestaltung zurückreichen.

Auch für die Verbreitung der Meeresbewohner wiederholen sich die nämlichen Gesetze. Ein Theil der Barrièren für Landthiere, wie die grosse inselreiche See, kann hier eine Ausbreitung unterstützen, während umgekehrt ausgedehnte Gebiete von Festland, welche die Ausbreitung der Landthiere begünstigen, unübersteigliche Schranken herstellen. Indessen besuchen eine grosse Zahl von Seethieren nur flaches Wasser an den Küsten und werden daher oft mit den Landthieren ihrer Verbreitung nach zusammenfallen, hingegen an entgegengesetzten Küsten ausgedehnter Continente sehr verschieden sich verhalten. Beispielsweise differiren die Meeresthiere der Ost- und Westküste von Süd- und Central-Amerika so bedeutend, dass, von einer Reihe von Fischen abgesehen, welche nach Günther an den entgegengesetzten Seiten des Isthmus von Panama vorkommen, nur wenige Thierformen gemeinsam sind. Ebenso treffen wir in dem östlichen Inselgebiete des stillen Meeres eine von der Westküste Süd-Amerikas ganz abweichende marine Thierwelt. Schreiten wir aber von den östlichen Inseln des stillen Meeres weiter westlich, bis wir nach Umwanderung einer Halbkugel zu den Küsten Afrikas gelangen, so stehen sich in diesem umfangreichen Gebiete die Faunen nicht mehr scharf gesondert gegenüber. Viele Fischarten reichen vom stillen bis zum indischen Meere, zahlreiche Weichthiere der Südseeinseln gehören nach der Ostküste Afrikas unter fast genau entgegengesetzten Meridianen an. Hier sind aber auch die Schranken der Verbreitung nicht unübersteiglich, indem zahlreiche Inseln und Küsten den wandernden Meeresbewohnern Ruheplätze bieten.

Rücksichtlich des besondern Aufenthaltes der Seebewohner unterscheidet man *Littoralthiere*[1]), welche an den Küsten, wenn auch unter ungleichen Verhältnissen, in verschiedener bathymetrischer Ausbreitung am Boden leben, von *pelagischen*, an der Oberfläche schwimmenden Seethieren. Aber auch in bedeutenden Tiefen und am Meeresgrnnde existirt ein reiches und mannigfaltiges Thierleben, von dem man erst in neuester Zeit, vorzüglich durch die von Scandinavien, Nord-Amerika und England ausgegangenen Expeditionen zur Tiefseeforschung nähere Kenntniss gewonnen hat. Die durch diese Forschungen gewonnenen Erfahrungen lassen es naturgemäss erscheinen, folgende Zonen zu unterscheiden: 1. Eine oberflächliche, pelagische Zone, welcher in der Nähe der Küsten auch Forbes' Littoral- und Laminarienfauna zu subsummiren ist. 2. Eine tiefere, subpelagische, noch vom Licht beeinflusste, belichtete Zone (etwa bis 150, beziehungsweise 200 Faden Tiefe). 3. Eine umnachtete Zone, welche im Zusammenhang mit dem Licht- und Pflanzenmangel arm an Sauerstoff, dagegen reicher an Kohlensäure ist, mit relativer Stagnation des verticalen Verkehrs. 4. Eine abyssische Zone von verschiedener Tiefe mit den Tiefseebewohnern des Meeresgrundes. Anstatt des a priori vermutheten Mangels jeglichen Thierlebens finden selbst in den bedeutendsten Tiefen zahlreiche niedere Thiere der verschiedensten Gruppen die Bedingungen ihrer Existenz. Es sind ausser den Sarcodethieren der vorwiegend am Meeresgrunde lebenden Foraminiferen (Globigerinenschlamm) und Radiolarien (Radiolarienschlick in den centralen Theilen des stillen Oceans von circa 3000 Faden Tiefe) vornehmlich Kieselschwämme (Hexactinelliden), Actinien und Korallenpolypen, auch einzelne Schirmquallen und Siphonophoren, sodann Echinodermen *(Elpidia, Asthenosoma, Pourtalesia, Brisinga, Archaster, Pentacrinus* etc.) und Crustaceen[2]) gefunden worden, letztere zum Theil aus niederen Typen, aber in gigantischen und häufig blinden Repräsentanten. Lamellibranchiaten und Gastropoden haben sich wohl im Zusammenhang mit der Kalkarmuth der sehr bedeutenden Tiefen nur in vereinzelten Formen gefunden. Das gleiche gilt von den Cephalopoden, von welchen nur wenige Arten *(Chiroteuthis lacertosa)* in

---

[1]) Edw. Forbes unterschied für den Aufenthalt der Meerthiere vier von oben nach unten folgende Schichten oder Zonen: 1. Die *littorale* Zone zwischen den Grenzen höchster Flut und tiefster Ebbe, reich an Algen. 2. Die *Laminarienzone* vom tiefsten Stand der Ebbe bis etwa 15 Faden Tiefe, in welcher braune Fucaceen und verschieden gefärbte Florideen verbreitet sind. 3. Die *Korallineen-Zone* bis zu circa 50 Faden Tiefe, durch das Vorkommen von Kalkalgen und Nulliporen charakterisirt. 4. Die tiefe Zone von 50 Faden abwärts bis zu den abyssischen Gründen, wo nach Forbes' irrthümlicher Ansicht das Leben völlig oder doch nahezu erloschen sein sollte.

[2]) Vergl. besonders Wyville Thomson, The depths of the sea. An account of the general results of the dredgings cruises of the Procupine and Lightning during the summers 1868, 1869 and 1870. London 1873; ferner The voyage of the Challenger. London 1877; sowie A. Agassiz, Three cruises of the U. S. coast and geodetik survey Steamer Blake. London 1888; E. Perrier, Les explorations sousmarins. Paris 1886; C. Chun, Die pelagische Thierwelt in grossen Meerestiefen. Biblioth. zool., Heft I, Cassel 1888.

Tiefen von 1000—3000 Faden vorzukommen scheinen, ohne dass auf dieselben die Bedingungen des Tiefseelebens einen wesentlich umgestaltenden Einfluss ausgeübt hätten. Dagegen stellen die Fische nicht nur ein sehr reiches Contingent unter den Tiefseebewohnern, sondern zeigen auch sehr interessante und oft in höchst wunderlicher Gestaltung hervortretende Anpassungen an die Bedingungen dieses Aufenthaltes *(Sternoptyx, Stomias, Halosaurus, Astronesthes, Ipnops, Melanocetus, Saccopharynx).* Wie bei den Crustaceen sind auch bei den Fischen der Tiefsee die Augen oft abnorm vergrössert oder bedeutend reducirt, und es gibt einige vollkommen blinde Formen *(Ipnops Murrayi).* Bei den sehenden Tiefseefischen finden sich häufig Leuchtorgane, die, in der Nähe der Augen oder an den Seitenlinien angeordnet, die Umgebung beleuchten und hiedurch den Gebrauch des Auges ermöglichen. Auch andere Sinne, wie insbesondere der durch lange Fäden gestärkte Tastsinn erscheinen oft besonders ausgebildet.

Mit den gleichmässigen, überall in der Tiefe der Meere herrschenden Lebensbedingungen, wie der niedrigen Temperatur, der geringen Bewegung des Wassers und dem Mangel des Lichtes, steht die grosse Uebereinstimmung in der Tiefsee-Fauna der arktischen Meere, des atlantischen und grossen Oceans im Zusammenhang. Da sich im absoluten Dunkel kein Chlorophyll entwickeln kann, und daher das Pflanzenleben, welches die zur Erhaltung des thierischen Stoffwechsels nothwendige organische Substanz erzeugt, schon in relativ geringen Tiefen erlischt, so muss zwischen den Thieren der Oberfläche und den Bewohnern des Meeresgrundes durch die verschiedenen Tiefenzonen hindurch ein lebhafter Verkehr bestehen und das zur Ernährung und Erhaltung der Tiefsee-Fauna erforderliche organische Material in letzter Instanz von den noch unter dem Einfluss des Lichtes lebenden Organismen geliefert werden. Schon aus diesem Grunde dürfte jene Ansicht wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben, nach welcher im offenen Meere unterhalb einer Tiefe von 150—200 Faden keine schwimmenden Seethiere mehr zu finden und die am Meeresgrunde lebenden Tiefseebewohner durch azoische Wasserschichten von sehr bedeutender Mächtigkeit von den pelagischen Seethieren getrennt seien. Allerdings sinken abgestorbene Organismen allmälig in die Tiefe nieder und werden, wie auch die im Auftriebe schwebenden Thiere und Pflanzen (Plankton), von den Strömungen getrieben, schliesslich wenigstens zum Theil dem Bodenschlamme als Nahrung für die Tiefseebewohner zugeführt; aber die so in die Tiefe gelangten abgestorbenen vegetabilischen und thierischen Reste werden gewiss nicht als einziges Nahrungsmittel in Betracht kommen können, um die Entwicklung und Erhaltung der erstaunlich reichen Tiefsee-Fauna zu erklären. In der That ist denn auch durch neuere Beobachtungen (C. Chun) gezeigt worden, dass wenigstens im Mittelmeere bis zu einer Tiefe von circa 800 Faden eine reiche und mannigfaltige pelagische Tiefsee-Fauna besteht und wahrscheinlich gemacht worden, dass nicht nur von den seichteren Küsten her, sondern

auch in weiterer Entfernung von denselben in verticaler Richtung eine Einwanderung pelagischer Thiere nach dem Meeresgrunde hin besteht. Ferner ist für zahlreiche pelagische Thierformen ein periodisches Auf- und Absteigen nachgewiesen worden, indem viele an der Oberfläche lebende Thiere mit Beginn des Sommers in die Tiefe sinken, um mit dem Beginn der kalten Jahreszeit wieder an die Oberfläche emporzusteigen, dass endlich eine Reihe von der Oberfläche an bis zu den bedeutenden Tiefen herab verbreitet sind.

Die Vorstellung, nach welcher die Bewohner der Tiefsee selbstständig am Meeresgrunde entstanden sein könnten, ist aus einer Reihe von Gründen leicht als eine irrige zu widerlegen. Schon das Vorhandensein von Augen, wenn auch oft in verschiedenem Grade der Rückbildung bis zum völligen Schwunde (analog den Bewohnern unterirdischer Grotten), beweist, dass die oberflächlichen, den Lichtstrahlen zugängigen Meereszonen als Mutterboden für die Entstehung und Entwicklung des Thierlebens zu betrachten sind, und dass von ihnen aus erst secundär die Tiefen des Meeres theils von den Küsten aus, theils auch auf offener See bevölkert wurden. Auch stimmt hiezu die Nothwendigkeit des nur unter dem Einfluss des Lichtes gedeihenden Pflanzenlebens für die Entwicklung und Erhaltung der Thierwelt als Argument von entscheidender Bedeutung. Immerhin mag bei dem überraschenden Reichthum, den das thierische Leben der Tiefe bietet, auch wiederum zeitweilig von der Tiefe aus die Bevölkerung der Oberfläche vermehrt und bereichert werden.

Unter den schwieriger zu erklärenden Thatsachen der geographischen Verbreitung nehmen die Fälle von *Kosmopolitismus* eine hervorragende Stellung ein. Eine Reihe von Thieren und Pflanzen sind auf allen Welttheilen verbreitet, andere gehören verschiedenen, durch scheinbar unübersteigliche Schranken getrennten Provinzen an und werden an den entferntesten Punkten angetroffen. Eine Erklärung erscheint möglich mit Hilfe der ausserordentlich mannigfaltigen, die Verbreitung leicht beweglicher Formen überaus begünstigenden Transportmittel, sowie aus den geographischen und klimatischen Veränderungen, aus den Verschiebungen von Wasser und Land, welche sich nachweisbar in den jüngsten geologischen und auch in den diesen vorausgehenden Perioden ereignet haben.

Das Vorkommen gleicher Thier- und Pflanzenarten auf hohen Bergen, welche durch weite Tiefländer gesondert sind, die Uebereinstimmung der Bewohner des hohen Nordens mit denen der Schneeregionen der Alpen und Pyrenäen, die Aehnlichkeit, beziehungsweise Gleichheit von Pflanzenarten in Labrador und auf den weissen Bergen in den Vereinigten Staaten einerseits und den höchsten Bergen Europas andererseits scheint auf den ersten Blick die alte Anschauung zu unterstützen, dass die nämlichen Arten unabhängig von einander an mehreren Orten (Schöpfungscentra) geschaffen worden seien, während die Selections- und Transmutationslehre die Vorstellung in sich einschliesst, dass jede Art nur an einer einzigen Stätte entstanden sein kann, und dass die Individuen derselben, auch wenn sie noch so weit getrennt leben, von der ursprünglichen Oertlichkeit (Verbreitungscentrum)[1] durch Wanderung sich zerstreut haben müssen. Indessen findet jene Thatsache eine ausreichende Erklärung aus den klimatischen Zuständen einer sehr neuen geologischen Periode, in welcher über Nord-Amerika und Central-Europa ein arktisches Klima herrschte (Eiszeit) und Gletscher von gewaltiger Ausdehnung die Thäler der Hochgebirge erfüllten. In dieser

[1]) Vergl. Rütimeyer, Ueber die Herkunft unserer Thierwelt. Basel und Genf 1867.

Periode wird eine einförmige arktische Flora und Fauna Mittel-Europa bis in den Süden der Alpen und Pyrenäen bedeckt haben, die, weil von der gleichen Polarbevölkerung aus eingewandert, in Nord-Amerika im Wesentlichen dieselbe gewesen sein musste (Renthier, Eisfuchs, Vielfrass, Alpenhase etc.). Nachdem die Eiszeit ihren Höhepunkt erreicht hatte, zogen sich mit Zunahme der mittleren Temperatur die arktischen Bewohner auf die Gebirge und allmälig immer höher bis auf die höchsten Spitzen derselben zurück, während in die tiefer liegenden Regionen eine aus dem Süden kommende Bevölkerung nachrückte. Auf diese Weise erklären sich aber auch in Folge der Isolation die Abänderungen, welche die alpinen Bewohner der einzelnen getrennten Gebirgsketten untereinander und von den arktischen Formen auszeichnen, zumal da die besonderen Beziehungen der alten Alpenarten, welche schon vor der Eiszeit die Gebirge bewohnten und dann in die Ebene herabrückten, einen Einfluss ausüben mussten. *Daher treffen wir neben vielen identischen Arten mancherlei Varietäten, zweifelhafte und stellvertretende Arten an.* Nun aber bezieht sich die Uebereinstimmung auch auf viele subarktische und einige Formen der nördlich-gemässigten Zone (an den niederen Bergabhängen und in den Ebenen Nord-Amerikas und Europas), die sich nur unter der Voraussetzung erklärt, dass vor Anfang der Eiszeit auch die Lebewelt der subarktischen und nördlich gemässigten Zone rund um den Pol herum die gleiche war. Da aber gewichtige Gründe mit Bestimmtheit darauf hinweisen, dass vor der Eiszeit während der jüngeren Pliocänperiode, deren Bewohner der Art nach theilweise mit denen der Jetztzeit übereinstimmten, das Klima weit wärmer als gegenwärtig war, so erscheint es in der That nicht unmöglich, dass zu dieser Periode subarktische und nördlich gemässigte Formen viel höher nach Norden reichten und in dem zusammenhängenden Lande unter dem Polarkreise, welches sich von West-Europa an bis Ost-Amerika ausdehnte, zusammentrafen. Wahrscheinlich aber haben in der noch wärmeren älteren Pliocänzeit[1]) eine grosse Zahl derselben Thier- und Pflanzenarten die zusammenhängenden Länder des hohen Nordens bewohnt und sind dann mit dem Sinken der Wärme allmälig in der alten und neuen Welt südwärts gewandert. Auf diese Weise erklärt sich die Verwandtschaft zwischen der jetzigen Thier- und Pflanzenbevölkerung Europas und Nord-Amerikas, welche so bedeutend ist, dass wir in jeder grossen Classe Formen antreffen, über deren Natur als geographische Rassen oder Arten gestritten wird; ebenso erklärt sich die noch nähere und engere Verwandtschaft der Organismen, welche in der jüngeren Tertiärzeit beide Welttheile bevölkerten. Hinsichtlich derselben bemerkt Rütimeyer über die pliocäne Thierwelt von Niobrara, dass die in den Sandsteinschichten begrabenen Ueberreste von Elephanten, Tapiren und Pferdearten kaum von den altweltlichen verschieden, und dass die Schweine, nach ihrem Gebiss zu urtheilen, Abkömmlinge miocäner Paläochoeriden sind. Auch die Wiederkäuer, wie Hirsche, Schafe, Auerochsen, finden sich in gleichen Gattungen und theilweise in denselben Arten wie in den gleichwerthigen Schichten Europas. Nun aber sind manche Genera von exquisit altweltlichem Gepräge über den Isthmus von Panama, selbst weit herab nach Süd-Amerika vorgedrungen und daselbst erst kurz vor dem Auftreten des Menschen erloschen, wie die zwei *Mastodon*-Arten der Cordilleren und die süd-amerikanischen Pferde. Sogar eine Antilopenart und zwei horntragende Wiederkäuer *(Leptotherium)* fanden ihren Weg bis Brasilien. Heutzutage leben dort noch zwei Tapirarten, im Gebiss selbst für Cuvier's Auge kaum von den indischen unterscheidbar, zwei Arten von Schweinen, welche den Charakter ihrer Stammform im Milchgebiss noch erkennbar an sich tragen, und eine Anzahl von Hirschen nebst den Lamas, einem erst in Amerika geborenen und späteren Sprössling der eocänen Stammformen, *„lebende Ueberreste dieser alten und auf so langem Wege nicht ohne reichliche Verluste an ihrem dermaligen Wohnort gelangten Colonie des Ostens“*. Auch dürfte man kaum bezweifeln, dass ein guter Theil der Raubthiere, welche im Diluvium von Süd-Amerika altweltliche Stammverwandt-

[1]) In der noch älteren *Miocänzeit* herrschte auf Grönland und Spitzbergen, die damals noch zusammenhingen, ein Klima wie etwa zur Zeit in Nord-Italien, was aus den interessanten paläontologischen Funden der Nordpol-Expeditionen wahrscheinlich gemacht wurde.

schaft bewahren, auf demselben Wege dahin gelangten. Die Beutelratten liegen bereits in den eocänen Schichten Europas begraben, und der eocäne *Caenopithecus* von Egerkingen weist auf die heutigen amerikanischen Affen hin. Ebenso zeigen die älteren *(miocänen)* Reste von Nebrasca eine grosse Uebereinstimmung mit tertiären Säugethieren Europas. Dort lebten die Paläotherien fort, die in Europa nicht über die eocäne Zeit hinausreichten, ferner die dreihufigen Pferde *(Anchitherium)*, von denen die späteren einhufigen Pferde mit Afterzehen *(Hipparion)* und die jetztlebenden Einhufer ohne Afterzehe abzuleiten sind. Bis in die ältere Tertiärzeit lässt sich der geschichtliche Zusammenhang der die alte Welt und einen grossen Theil Amerikas bevölkernden Säugethiere zurückverfolgen, so dass Rütimeyer die älteste tertiäre Fauna Europas als die Mutterlauge einer heutzutage auf den Tropengürtel beider Welten, allein am entschiedensten in dem massiven Afrika vertretenen echt continentalen Thiergesellschaft betrachtet. Dagegen hat nun freilich neuerdings Marsh[1]) das umgekehrte Verhältniss wahrscheinlich zu machen versucht, dass Amerika für die Säugethierfauna gewissermassen der ältere Welttheil ist. Nicht nur, dass hier die paläozoischen Formationen, die wir in Europa von nur geringer Ausdehnung kennen, fast durchaus den Boden zwischen dem Alleghanygebirge und dem Mississippi bilden; Amerika war auch längst ein weit ausgedehnter Continent, als Europa sich noch in Form einer vielgetheilten Inselgruppe darstellte und auch Afrika und Asien vielfach zertheilt waren. Speciell für die Formationen der Tertiärzeit, deren Abgrenzung von der Kreide in Amerika kaum durchführbar ist, neigt sich Marsh der Ansicht zu, dass die Thierwelt der als Eocän, Miocän und Pliocän unterschiedenen Schichtengruppen etwas älter sei als die entsprechende der östlichen Continente.

Süd-Amerika besitzt aber neben eigenthümlichen Typen von Nagern, zu denen sich die meisten Edentaten gesellen, auch Gattungen von Säugethieren und Vögeln, welche wie die oben genannten Struthioniden und wie die wenigen auch in Süd-Afrika und Süd-Asien auftretenden Edentatengattungen *(Orycteropus, Manis)* auf eine einstmalige gemeinsame Colonisirung zugleich von einem südlichen Ausgangscentrum, auf einen verschwundenen südlichen Continent hinweisen, von welchem das australische Festland ein Ueberrest zu sein scheint. Von diesem würden möglicherweise die Beutelthiere Australiens und des südwestlichen malayischen Inselgebietes, die Ameisenfresser und Schuppenthiere, die Faulthiere und Gürtelthiere, die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagascar und Neuseeland und die Struthioniden, auch die Makis von Madagascar abzuleiten sein. Auch liegt die Annahme nahe, dass die von dem Ausgangscentrum der nördlichen Halbkugel stammenden Einwanderer, als sie den Boden Süd-Amerikas betraten, diesen schon mit den Vertretern einer südwestlichen Thierwelt reichlich besetzt fanden. Wie sich aus den diluvialen Thierresten ergibt, welche in den Knochenhöhlen Brasiliens und dem Alluvium der Pampas gesammelt worden sind, machen die Edentatenarten fast die Hälfte der grossen Diluvialthiere Süd-Amerikas aus und mochten somit im Stande gewesen sein, den später von Norden her eingewanderten Säugethieren so ziemlich das Gleichgewicht zu halten. Begreiflicherweise rückten auch Glieder der antarktischen Fauna nach Norden empor, und „wie wir noch heute die fremdartige Form des Faulthiers, des Gürtelthiers und des Ameisenfressers in Guatemala und Mexico mitten in einer Thiergesellschaft antreffen, die guten Theils aus auch noch jetzt in Europa vertretenen Geschlechtern besteht, so finden wir auch schon in der Diluvialzeit riesige Faulthiere und Gürtelthiere bis weit hinauf nach Norden verbreitet. *Megalonyx Jeffersoni* und *Mylodon Harlani*, bis nach Kentucky und Missouri vorgeschobene Posten süd-amerikanischen Ursprungs sind in dem Lande der Bisonten und Hirsche eine gleich fremdartige Erscheinung, wie die, Mastodonten in den Anden von Neugranada und Bolivia. *Mischung und Durchdringung zweier vollkommen stammverschiedener Säugethiergruppen fast auf der ganzen ungeheuren Erstreckung beider Hälften des neuen Continents bildet überhaupt den hervorstechendsten Charakterzug seiner Thierwelt*, und es ist bezeichnend, dass jede Gruppe an

[1]) O. C. Marsh, Introduction and Succession of Vertebrate life in America. An Address. 1877.

Reichthum der Vertretung und an Originalität ihrer Erscheinung in gleichem Masse zunimmt, als wir uns ihrem Ausgangspunkte nähern".

Erwägt man, dass die südliche Wanderung in den vorgeschichtlichen Zeitperioden auch für die Meeresbewohner Geltung gehabt hat, so wird das Vorkommen verwandter Arten (vornehmlich von Crustaceen und Fischen) an der Ost- und Westküste des gemässigteren Theiles von Nord-Amerika, in dem mittelländischen und japanesischen Meere verständlich, für welches die alte Schöpfungslehre keine Erklärung zu geben vermag.

Das Auftreten gleicher oder sehr nahe stehender Arten in gemässigten Tiefländern und entsprechenden Gebirgshöhen *entgegengesetzter* Hemisphären erklärt sich aus der durch eine Menge geologischer Thatsachen gestützten Annahme, dass zur Eiszeit, für deren lange Dauer sichere Beweise vorliegen, die Gletscher eine ungeheuere Ausdehnung [1]) über die verschiedensten Theile der Erde auf beiden Halbkugeln gewonnen hatten, und die Temperatur über die ganze Oberfläche wenigstens der nördlichen oder südlichen Halbkugel bedeutend gesunken war. Im Anfange dieser langen Zeitperiode, als die Kälte langsam zunahm, werden sich die tropischen Thiere und Pflanzen nach dem Aequator zurückgezogen, ihnen die subtropischen und die der gemässigten Gegenden, diesen endlich die arktischen gefolgt sein. Wenn wir Croll's Schluss, dass zur Zeit der Kältezunahme der nördlichen Halbkugel die südliche Hemisphäre wärmer wurde und umgekehrt, als richtig betrachten, so werden während des langsamen Herabwanderns vieler Thiere und Pflanzen der nördlichen Halbkugel die Bewohner der heissen Tiefländer sich nach den tropischen und halbtropischen Gegenden der wärmeren südlichen Hemisphäre zurückgezogen haben. Da bekanntlich manche tropische Bewohner einen merklichen Grad von Kälte aushalten können, mochten manche Thiere und Pflanzen, in die geschütztesten Thäler zurückgezogen, auch so der Zerstörung entgangen und in späteren Generationen mehr und mehr den besonderen Temperaturbedingungen angepasst worden sein. Auch die Bewohner der gemässigten Regionen traten, dem Aequator nahe gerückt, in neue Verhältnisse der Existenzbedingungen ein und überschritten zur Zeit der grössten Wärmeabnahme in ihren kräftigsten und herrschendsten Formen auf Hochländern (Cordilleren und Gebirgsketten im Nordwesten des Himalayas), theilweise vielleicht auch in Tiefländern (wie in Indien), den Aequator. Als nun mit Ausgang der Eiszeit die Temperatur allmälig wieder zunahm, stiegen die gemässigten Formen aus den tiefer gelegenen Gegenden theils vertical auf Gebirgshöhen empor, theils wanderten sie nordwärts mehr und mehr in ihre frühere Heimat zurück. Ebenso kehrten die Formen, welche den Aequator überschritten hatten, mit einzelnen Ausnahmen wiederum zurück, erlitten aber theilweise wie jene unter den veränderten Concurrenzbedingungen geringe oder tiefgreifende Modificationen. Nach Darwin wird nun „im regelmässigen Verlaufe der Ereignisse die südliche Hemisphäre einer intensiven Glacialzeit unterworfen worden sein, während die nördliche Hemisphäre wärmer wurde; dann müssten umgekehrt die südlichen temperirten Formen in die äquatorialen Tiefländer eingewandert sein. Die nordischen Formen, welche vorher auf den Gebirgen zurückgelassen worden waren, werden nun herabgestiegen sein und sich mit den südlichen Formen vermischt haben. Diese letzteren konnten, als die Wärme zurückkehrte, nach ihrer früheren Heimat zurückgekehrt sein, dabei jedoch einige wenige Formen auf den Bergen zurückgelassen und einige der nordischen temperirten Formen, welche von ihren Bergen herabgestiegen waren, mit sich nach Süden geführt haben. Wir müssen daher einige Species in den nördlichen und südlichen temperirten Zonen und auf den Bergen der dazwischen liegenden tropischen Gegenden identisch finden. Die eine lange Zeit hindurch auf diesen Bergen oder in entgegengesetzten Hemisphären zurückgelassenen Arten werden aber mit vielen neuen

[1]) Croll hat zu zeigen versucht, dass das eisige Klima vornehmlich eine Folge der zunehmenden Excentricität der Erdbahn und der durch dieselbe influirten oceanischen Strömungen sei, dass aber, sobald die nördliche Hemisphäre in eine Kälteperiode eingetreten, die Temperatur der südlichen erhöht worden sei und umgekehrt; er glaubt, dass die letzte grosse Eiszeit ungefähr vor 240.000 Jahren eintrat und etwa 160.000 Jahre währte.

Formen zu concurriren gehabt haben und etwas verschiedenen physikalischen Bedingungen ausgesetzt gewesen sein; sie werden daher der Modification in hohem Grade zugänglich gewesen sein und demnach jetzt im Allgemeinen als Varietäten oder als stellvertretende Arten erscheinen. Auch haben wir uns daran zu erinnern, dass in beiden Hemisphären schon früher Glacialperioden eingetreten waren; denn diese werden in Uebereinstimmung mit denselben hier erörterten Grundsätzen erklären, woher es kommt, dass so viele völlig distincte Arten dieselben weit von einander getrennten Gebiete bewohnen und zu Gattungen gehören, welche jetzt nicht mehr in den dazwischen liegenden tropischen Gegenden gefunden werden. So vermag man aus den erörterten Folgen der grossen klimatischen Veränderungen, welche sich in ganz allmäligem Verlaufe während der sogenannten Eiszeit zugetragen haben, einigermassen zu erklären, dass auf hohen Gebirgen des tropischen Amerika eine Reihe von Pflanzenarten aus europäischen Gattungen vorkommen, dass nach Hooker das Feuerland circa 40—50 Blüthenpflanzen mit Ländertheilen auf der entgegengesetzten Hemisphäre von Nord-Amerika und Europa gemeinsam hat, dass viele Pflanzen des Himalaya und der vereinzelten Bergketten der indischen Halbinsel auf den Höhen Ceylons und den vulkanischen Kegeln Javas sich wechselseitig vertreten und europäische Formen wiederholen, dass in Neuholland eine Anzahl europäischer Pflanzengattungen, sogar in einzelnen identischen Arten, auftreten und süd-australische Formen auf Berghöhen von Borneo wachsen und über Malacca, Indien bis nach Japan reichen, dass auf den abyssinischen Gebirgen europäische Pflanzenformen und einige stellvertretende Pflanzenarten vom Cap der guten Hoffnung gefunden werden, dass nach Hooker mehrere auf den Cameroon-Bergen am Golfe von Guinea wachsende Pflanzen denen der abyssinischen Gebirge und mit solchen des gemässigten Europas nahe verwandt sind. Aber schon vor der Eiszeit müssen sich viele Thier- und Pflanzenformen über sehr entfernte Punkte der südlichen Halbkugel verbreitet haben, unterstützt theils durch gelegentliche Transportmittel, theils durch die besonderen, von den jetzigen abweichenden Verhältnisse der Vertheilung von Wasser und Land, theils durch frühere Glacialperioden; nur so wird man das Vorkommen ganz verschiedener[1]) Arten südlicher Gattungen an entlegenen Punkten, die ähnliche Gestaltung des Pflanzenlebens an den Südküsten von Amerika, Neuholland und Neuseeland zu begründen vermögen.

Gegen die Theorie gemeinsamer Abstammung mit nachfolgender Abänderung durch natürliche Zuchtwahl scheint auf den ersten Blick die *Verbreitungsweise der Süsswasserbewohner* zu sprechen. Während wir nämlich mit Rücksicht auf die Schranken des trockenen Landes erwarten sollten, dass die einzelnen Landseen und Stromgebiete eine besondere und eigenthümliche Bevölkerung besässen, finden wir im Gegentheil eine ausserordentliche Verbreitung zahlreicher Süsswasserarten und beobachten, dass verwandte Formen in den Gewässern der gesammten Oberfläche vorherrschen. Sogar dieselben Arten können auf weit von einander entfernten Continenten vorkommen, wie nach Günther der Süsswasserfisch *Galaxias attenuatus* Tasmanien, Neuseeland, den Falklandsinseln und Süd-Amerika angehört. Die Phyllopodengattungen *Estheria, Limnadia, Apus* und *Branchipus* finden sich in allen Welttheilen vertreten und Gleiches gilt von zahlreichen Süsswassermollusken. In erster Linie dürfte das Verhältniss zwischen Meeresthieren und verwandten Süsswasserbewohnern, welche nach der allgemein angenommenen und gut begründeten Ansicht ihrem Ursprunge nach auf jene zurückzuführen sind, zur Erklärung der grossen Verbreitung vieler Süsswasserformen, welche von dem Meere aus in die Flüsse und von da in Landseen eingewandert sind, von Bedeutung sein. Sodann wird für dieselbe der Einfluss von Niveauveränderungen und Höhenwechsel während der gegenwärtigen Periode, sowie die Wirkung ausserordentlicher Transportmittel in Betracht kommen. Zu den letzteren gehören weite Ueberschwemmungen und Fluthen, Wirbelwinde, welche Fische und Pflanzen und deren Keime von einem Flussgebiete

[1]) In dem Grade abweichend, dass die Zeit von Beginn der Eiszeit zur Stärke der Abänderung nicht wohl ausgereicht haben kann.

in das andere übertragen. Dazu kommt für Eier, welche, wie die zahlreichen Entomostraken, in eingetrocknetem Schlamme überdauern, der Transport an den Extremitäten und am Gefieder insbesondere von Wasservögeln. Hiemit steht die Thatsache im Einklang, dass auf entgegengesetzten Seiten von Gebirgsketten, welche schon seit früher Zeit die Wasserscheide gebildet haben, verschiedene Fische angetroffen werden. Auch die passive Ueberführung von Süsswasserschnecken, Eiern, Pflanzensamen durch flugfähige Wasserkäfer und wandernde Sumpfvögel scheint für die Verbreitung der Süsswasserbevölkerung von Einfluss gewesen zu sein. Auch sind vom Meere aus Seethiere in verschiedene Flussgebiete eingetreten und haben sich allmälig dem Leben im süssen Wasser angepasst. In der That sind wir im Stande, zahlreiche Süsswasserbewohner von Seethieren abzuleiten, welche langsam und allmälig an das Leben zuerst im Brackwasser und dann im süssen Wasser gewöhnt und später theilweise oder vollständig vom Meere separirt wurden.

Nach Valenciennes gibt es kaum eine Fischgruppe, welche vollkommen auf das Leben in Flüssen und Landseen beschränkt wäre, in vielen Fällen treten sogar die nächsten Verwandten — und Gleiches beobachten wir bei zehnfüssigen Krebsen — im Meere und im süssen Wasser auf, in anderen Fällen leben dieselben Fische im Meere und in Flüssen (*Mugiloideen, Pleuronectiden, Salmoniden* etc.). Von besonderem Interesse sind eine Reihe ausgezeichneter Beispiele, welche das Schicksal und die Veränderungen von Fischen und Krebsen in allmälig oder plötzlich vom Meere abgesperrten und zu Binnenseen umgestalteten Gewässern beleuchten. Von Lovén wurden diese für die Thiere des Wenern- und Wetternsees, welche mit denen des Eismeeres eine grosse Uebereinstimmung zeigen, von Malmgreen für die des Ladogasees erörtert. Nach letzterem Forscher ist der Alpensaibling (*Salmo salvelinus*) dem Polarmeere entsprungen und hat seinen nächsten Verwandten in dem *Salmo alpinus* Skandinaviens. Die italienischen Landseen enthalten eine Anzahl von Fisch- und Crustaceenarten, welche den Charakter von Seethieren des Mittelmeeres, beziehungsweise der Nordsee an sich tragen (*Blennius vulgaris, Atherina lacustris, Telphusa fluviatilis, Palaemon lacustris = varians, Sphaeroma fossarum* der Pontinischen Sümpfe), so dass der Schluss einer vormaligen Verbindung mit dem Meere und einer späteren durch Hebung bewirkten Absperrung überaus nahe liegt. Auch in Griechenland, auf der Insel Cypern, in Syrien und Egypten leben in süssen Wässern vereinzelte Crustaceentypen des Meeres (*Telphusa fluviatilis, Orchestia carimana, Gammarus marinus* var. *Veneris*), und in Brasilien finden wir eine noch grössere Zahl von marinen Crustaceengattungen als Süsswasserbewohner[1]) wieder. Eine wahre Meeresfauna besitzt endlich das Kaspische Meer, welchem zahlreiche marine Weichthiere, Krebse und Würmer angehören.

Eine Reihe von Thatsachen, welche der Theorie gemeinsamer Abstammung mancherlei Schwierigkeiten bieten, jedoch unter einigen Voraussetzungen grossentheils ebenfalls mit derselben im besten Einklang stehen, betrifft die *Eigenthümlichkeiten der Inselbevölkerung* und ihre Verwandtschaft mit der Bevölkerung der nächstliegenden Festländer. Ihrer Entstehung nach haben wir die Inseln entweder als die höchstgelegenen, aus dem Meere allmälig oder plötzlich emporgetretenen Gipfel unterseeischer Ländergebiete aufzufassen, an deren Entstehung vulcanische Vorgänge oder die Thätigkeit der Korallenpolypen wesentlich betheiligt waren, oder sie sind als Bruchstücke von Continenten zu betrachten, die erst in Folge seculärer Senkung

[1]) Nach Martens finden sich dort die Süsswasserkrabben (gewissermassen die altweltlichen Telphusen wiederholend): *Trichodactylus quadratus, Sylviocarcinus panoplus, Dilocarcinus multidentatus;* die Süsswasseranomure *Aeglea laevis.* Als Makruren werden — abgesehen von den mit dem Hummer so nahe verwandten Astaciden — angeführt: *Palaemon Jamaicensis, spinimanus, forceps,* sodann von Asseln *Cymothoe Henseli.*

durch das überfluthende Meer getrennt wurden. Für die ersteren, welche gewöhnlich in Gruppen zusammengedrängt, von Continenten weit entfernt und durch ein tiefes Meer von denselben getrennt liegen, ist der Mangel der Landsäugethiere und Amphibien ein durchgreifender und bedeutungsvoller Charakter, während Vögel, einzelne Reptilien, Insecten und Mollusken zu den nächstgelegenen Continenten eine nachweisbare Beziehung bieten. Man wird daher schliessen können, dass solche Inseln von jenen aus auf dem Wege der normalen oder auch aussergewöhnlichen Transportmittel bevölkert wurden, und dass die neuen Colonisten im Laufe der Zeit abänderten und zu Varietäten oder Arten wurden.

Die Bevölkerung der *continentalen Inseln* erklärt sich dagegen aus ihrer früheren Verbindung mit dem Festland, dessen Fauna und Flora sich bruchstückweise erhalten, aber auch je nach dem Alter der Trennung mehr oder minder tiefgreifende Abänderungen erfahren hat. Solche Inseln besitzen in der Regel im Gegensatze zu den ersteren eine grössere oder geringere Anzahl continentaler Säugethiere, während sie mit den durch Hebung entstandenen Inseln die verhältnissmässig nur geringe Artenzahl der Bewohner gemeinsam haben, unter denen sich stets einzelne, zuweilen zahlreiche endemische Formen finden. Diese Thatsache erklärt sich ungezwungen, insofern Arten, welche in ein neues mehr oder minder isolirtes Gebiet eintreten oder auf einen bestimmten Bezirk abgeschlossen werden, unter den veränderten Bedingungen der Concurrenz und sodann aus dem Grunde Modificationen erfahren müssen, weil sie nicht durch fortwährendes Nachrücken unveränderter Einwanderer mit dem Mutterlande in Continuität erhalten werden.

Unter den *oceanischen Inseln* zeigen beispielsweise die Azoren, welche circa 900 englische Meilen von Portugal entfernt liegen und vulcanischen Ursprunges sind, in ihrer Vogel-, Insecten- und Landschneckenfauna einen durchaus europäischen Charakter. Mit Ausnahme der Landschnecken und Käfer besitzen sie nur ganz vereinzelte endemische Arten, obwohl Klima und Lebensverhältnisse von den continentalen bedeutend differiren. Von Säugethieren finden sich nur eine europäische Fledermaus, das Kaninchen, Wiesel, Ratten und Mäuse, sämmtlich importirte Arten. Nur eine einzige Vogelart, die der *Pyrrhula rubicilla* nahe stehende *P. murina*, ist den Azoren eigenthümlich, wohl zum Beweise, dass die Vogelfauna der Azoren eine neue ist und durch beständigen neuen Zuzug an der Abänderung verhindert wurde. Aehnlich verhalten sich die Canarischen und Capverdischen Inseln, sowie die von Korallen aufgebauten, östlich von Nord-Carolina gelegenen Bermuda-Inseln hinsichtlich der Verwandtschaft ihrer Bewohner mit den benachbarten Continenten. Die Vogelfauna der letzteren ist wesentlich eine nord-amerikanische und hat nicht eine einzige eigenthümliche Art aufzuweisen. Ebenso entsprechen die Vögel von Madeira theils europäischen, theils afrikanischen Arten, während wiederum die Landschnecken und Käfer — weil mehr abgeschlossen und vor beständigem neuen Zuzug geschützt — einen ganz

specifischen Charakter tragen. Dagegen sind die westlich von Süd-Amerika gelegenen Galapagosinseln, welche wie die Azoren vulcanischen Ursprungs, aber viel älter sind und ein weit grösseres Areal besitzen, durch eine sehr eigenthümliche Fauna nicht nur der Landschnecken und Insecten, sondern auch der Vögel ausgezeichnet. Von 57 Vögeln mit tropisch amerikanischem Charakter sind 38 eigenthümliche Arten und 31 derselben echte Landvögel; dagegen gehören von den Seevögeln, welche leicht hieher gelangen, nur wenige dieser Inselgruppe als eigenthümlich an. Die 35 Käfer und 20 Landschnecken repräsentiren fast ausschliesslich specifische Arten und Gattungen. Eine noch grössere Specification ihrer Bewohner zeigen die im Centrum des nördlichen Pacifics völlig isolirt gelegenen Sandwichinseln zum Beweise des bedeutenden Alters dieser Inselgruppe, beziehungsweise der einstmaligen Nachbarschaft eines jetzt versunkenen Continentes. Von Landvögeln sind sämmtliche Passeres durch specifische Arten vertreten, ebenso die Drepanidae, welche eine diesen Inseln eigenthümliche Familie bilden. Die 300 bis 400 Landschnecken sind lediglich in eigenthümlichen Arten vertreten; 14 Gattungen derselben gehören der auf die Sandwichinseln beschränkten Familie der *Achatinelliden* an. Der Charakter der Fauna — und Gleiches gilt für die ebenso eigenthümliche Flora — weist im Wesentlichen auf australische und polynesische Typen, indessen auch auf amerikanische Verwandtschaft hin.

Unter den continentalen Inseln bietet Grossbritannien ein charakteristisches Beispiel einer neuen, von dem Festland erst in jüngster Zeit getrennten grossen Continentalinsel. Wahrscheinlich hat noch nach Ablauf der jüngsten Eiszeit die letzte Verbindung des Inselgebietes mit dem Continente, wenn auch nur von kurzer Dauer bestanden. Mittelst derselben erklärt sich in Folge directen Ueberwanderns die grosse Uebereinstimmung seiner Bewohner mit denen des Continents, aber auch die Armuth an Arten, welche für Grossbritannien und Irland charakteristisch ist. Indessen besteht keine vollkommene Gleichheit, da von Land- und Süsswasserschnecken zwei, von Insecten eine grössere Zahl eigenthümlicher Arten und Varietäten beschrieben worden sind. Am bedeutendsten sind die Abänderungen der Salmoniden, wohl deshalb, weil die Ueberführung von See zu See schwierig ist und eine relativ vollkommene Isolirung besteht, welche die Varietäten- und Artbildung begünstigt.

Viel bedeutender differiren die süd-asiatischen Inseln Borneo, Java, Sumatra und die Philippinen, dann Japan und Formosa in ihrer Fauna und Flora untereinander und von dem benachbarten Festland, mit dem sie früher wahrscheinlich zur Miocänzeit im Zusammenhange standen. Später wurden zuerst die Philippinen, dann Java und zuletzt Sumatra und Borneo getrennt. Auch Japan und Formosa besitzen viele eigenthümliche Säugethier- und Vögelarten, aber ebenfalls durchweg von asiatischem Typus und dürften wohl in der ersten Hälfte der Pliocänzeit (Wallace) selbstständig geworden sein.

Dagegen ist die Bevölkerung der benachbarten, östlich von Borneo gelegenen, nur durch ein schmales, aber sehr tiefes Meer getrennten Inselgebiete ihrem Ursprung nach auf Australien zurückzuführen.

Von dem asiatischen Continent sind Sumatra, Borneo, Java nebst Bali östlich von Java, ähnlich wie Neu-Guinea nebst den benachbarten Inseln von Australien, nur durch ein seichtes Meer geschieden. Dagegen trennt eine weit tiefere Einsenkung des Meeresbodens die beiderseitigen Inselgebiete, und zwar in der Weise, dass Celebes und Lombok der südlichen Gruppe zugehören, während noch die Philippinen auf den asiatischen Continent zu beziehen sind. Als losgelöste, vielfach zerrissene Endtheile zweier einander genäherter Continente bergen sie völlig verschiedene Faunen, deren Abgrenzung mit der Trennung der beiden ehemaligen Festländer zusammenfallen muss.

Unter den alten continentalen Inseln hat *Madagascar* eine von dem benachbarten Festlande höchst abweichende, sehr eigenthümliche Bevölkerung aufzuweisen. Von 66 Säugethieren sind 33 Lemuren, während die grossen Säugethierarten Afrikas, wie anthropomorphe Affen, Paviane, Löwen, Hyänen, Zebras, Elephanten, Rhinoceriden, Büffel, Antilopen etc., ebenso wie die Tiger, Tapire, Bären, Hirsche und Eichhörnchen Asiens fehlen. Dagegen finden sich fünf Gattungen von *Centetiden,* einer Familie, die nur noch auf den Antillen (Cuba und Haïti) vorkommt. Die Carnivoren sind durch die specifische Gattung *Cryptoprocta* und durch acht Zibethkatzen, darunter vier eigenthümliche Gattungen, vertreten. Die circa 100 Landvögel Madagascars sind sämmtlich — bis auf vier oder fünf — eigenthümliche Arten, viele haben afrikanische, einige indische und malayische Verwandtschaft. Wahrscheinlich war Madagascar zur Eocänzeit mit dem tropischen Afrika, welches durch ein Meer von Nord-Afrika geschieden war, verbunden, in der Pliocänzeit aber, nach Hebung der Sahara und als die vom nördlichen Continente stammenden Colonisten in das tropische Afrika einwanderten, getrennt, so dass sich nur Formen einer alten und weit verbreiteten Fauna erhalten konnten.

Noch eigenthümlicher verhält sich die Fauna *Neuseelands,* welche wegen des Mangels der Säugethiere — bis auf zwei Fledermäuse — zu den oceanischen Inseln gestellt werden müsste, dagegen geographisch und geologisch durchaus einem continentalen Inselgebiet entspricht. Von Vögeln sind in erster Linie eine grosse Zahl flugunfähiger Formen, unter denselben vier Apteryxarten, und eilf wahrscheinlich erst in der jüngsten historischen Zeit ausgestorbene sog. Riesenvögel charakteristisch; dazu kommt eine Reihe von Vogelgattungen, welche auch auf Neu-Guinea und den Südseeinseln vorhanden sind. Von Eidechsen finden sich ausser drei weit verbreiteten Gattungen die Neuseeland eigenthümliche, zwischen Krokodilen und Eidechsen stehende, *Hatteria.* Ebenso wenig wie die Süsswasserfische, welche mit gemässigt asiatischen und süd-amerikanischen Formen verwandt sind, zeigt der einzige Batrachier Neuseelands *(Liopelma Hochstetteri)* eine Ver-

wandtschaft mit australischen Fröschen. Derselbe gehört zu der auf Europa und Süd-Amerika beschränkten Familie der Bombinatoren. Zur Erklärung der merkwürdigen Verhältnisse schliesst Wallace auf bedeutende geographische Veränderungen zurück, welche Neuseeland in der Vorzeit erfahren hat, und hält die Annahme für begründet, dass dasselbe in sehr früher Zeit mit Nord-Australien und Neu-Guinea verbunden war, und dass dieses Ländergebiet, von welchem das übrige Australien getrennt war, damals noch keine Säugethiere besass. Andererseits erscheint in etwas späterer Zeit eine südliche Ausdehnung gegen den antarktischen Continent hin wahrscheinlich, um das Vorhandensein zahlreicher Arten süd-amerikanischer Süsswasserfische und Pflanzen zu erklären, wie überhaupt die Annahme einer einstmaligen directen Landverbindung Neuseelands und Australiens mit Süd-Amerika und Süd-Afrika aus einer Reihe von Gründen nicht ausgeschlossen erscheint.

Der Werth des Selectionsprincipes zur Erklärung der Transmutationsvorgänge.

Wenn wir die Lehre von der Entstehung der Arten durch Abänderung älterer Arten durch die Thatsachen der Morphologie, Paläontologie und geographische Verbreitung der Organismen hinreichend gestützt und gesichert betrachten können, so erscheinen doch die Mittel und Wege, durch welche diese Transmutation erreicht werden konnte, keineswegs völlig aufgeklärt und insbesondere der Vorgang der Selection, welcher der Theorie Darwin's zu Grunde liegt, vielfach bestritten.

Man hat gegen die *Anwendbarkeit des Principes der natürlichen Zuchtwahl* eine Reihe von Einwürfen erhoben und zunächst gefragt, weshalb die unzähligen Uebergänge, welche nach der Selectionstheorie zwischen Varietäten und Arten existirt haben, in der Natur nicht zu finden sind, weshalb nicht, wie man erwarten sollte, anstatt der mehr oder minder wohl begrenzten Arten ein buntes Chaos von Formen besteht. Dieser Einwurf würde jedoch bei jedem Versuche, die Transmutation der Arten durch allmälige, nicht plötzlich sprungweise erfolgte Abänderung zu erklären, erhoben werden können. Da nämlich die natürliche Zuchtwahl langsam und *nur dann wirkt, wenn vortheilhafte Abänderungen auftreten,* von den Abänderungen aber stets die divergentesten Glieder für den Kampf um's Dasein den grössten Vortheil haben, so werden die zahlreichen kleinen Zwischenstufen längst verschwunden sein müssen, wenn im Laufe der Zeit eine als solche erkennbare Varietät zur Entwicklung gelangt ist. *Natürliche Zuchtwahl geht stets mit Vernichtung der Zwischenformen Hand in Hand* und bringt durch den Vervollkommnungsprocess nicht nur gewöhnlich die Stammform, sondern sicher in allen Fällen die allmäligen Uebergänge der Reihe nach zum Erlöschen. Nun findet man aber zahlreiche Reste von näheren oder entfernteren Mittelgliedern zwischen Arten und Abarten in den Ab-

lagerungen der Erdrinde. Dass wir nur selten grössere und zusammenhängende Reihen continuirlich aufeinanderfolgender Abänderungen nachzuweisen im Stande sind, erklärt sich aus der grossen Unvollständigkeit der geologischen Urkunde. Bezüglich der allgemeinen Voraussetzungen der Darwin'schen Selectionslehre wird man aber zugestehen müssen, dass dieselben thatsächlich existiren. Für den Kampf um's Dasein in dem weitgefassten Sinne liefert uns jeder Blick in das Naturleben mannigfache und ausgiebige Belege. Führt derselbe aber auch in Wahrheit zu dem gefolgerten Ergebniss, zu einer Steigerung der zweckmässigen und dem Organismus nützlichen Abänderungen auf dem Wege der natürlichen Auslese? Existirt mit anderen Worten eine *Naturzüchtung,* durch welche die indifferenten Variationen zum Ausfall gebracht, die nützlichen erhalten und im Laufe der Generationen verstärkt und zu Varietäten gesteigert werden?

1. Der erste bemerkenswerthe Einwand bestreitet überhaupt jeden Erfolg der natürlichen Auswahl, insofern im freien Naturleben der die Isolirung der Paare bedingende Factor hinwegfalle. Nur bei der Auswanderung eines oder mehrerer Paare in fremde, durch schwer zu übersteigende Schranken getrennte Wohngebiete könne von einer Isolirung die Rede sein. Dieser Gesichtspunkt wurde von Moriz Wagner[1]) zur Begründung seiner Migrationstheorie verwerthet, nach welcher die Auswanderung nothwendige Bedingung für den Erfolg der natürlichen Zuchtwahl sei, und letztere ausschliesslich für ausgewanderte und durch geographische Schranken von der Stammart getrennte Individuen Geltung habe. Da sich die ersten unmerklich kleinen Abänderungen, welche den Anfang zur Entstehung einer Varietät bilden, im Kampfe mit einer *Ueberzahl* von unveränderten Individuen befänden, mit denen sie zusammenleben und in unbeschränkter Kreuzung verkehren, so würden schon sehr früh die besonderen Eigenschaften wieder verschwinden müssen, bevor sie sich zur Ausbildung einer bestimmt ausgeprägten Varietät hätten häufen und steigern können. Nur die Migration mit nachfolgender Colonisirung, die Auswanderung von Thieren und Pflanzen in räumlich getrennte, durch schwierig zu übersteigende Schranken gesonderte Gegenden schaffe die zur Varietätenbildung nothwendige Isolation und wirke um so sicherer, als in den neuen Bezirken die Nahrungs- und Concurrenzbedingungen die individuellen Abänderungen begünstigen. Die ersten veränderten Abkömmlinge solcher eingewanderter Colonisten bildeten dann das Stammpaar einer neuen Species, und ihre Heimat würde zum Mittelpunkte des Verbreitungsbezirkes der neuen Art.

Diesem Einwurf und der auf denselben gegründeten einseitigen Lehre ist zu entgegen, dass auch durch die Wanderung eines einzigen Paares über schwer zu passirende Schranken eine absolute Ausschliessung gegen die Stammart keineswegs zu Stande kommt, da unter den Nachkommen

[1]) Moriz Wagner, Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868.

dieses Paares nur wenige die Anfänge zu neuen nützlichen Eigenschaften besitzen, die meisten aber mit der Stammform noch völlig übereinstimmen werden. Bei den ausgewanderten Colonisten tritt der die Variation begünstigende Einfluss veränderter Lebensbedingungen erst in den Tochter- und Enkelgenerationen zur Geltung, auch hier würden anfangs eine Ueberzahl von nicht abgeänderten, mit der Stammart genau übereinstimmenden Individuen dieselbe vermeintliche Schwierigkeit bieten.

Für den Erfolg der *künstlichen* Züchtung erscheint allerdings die *Sonderung* der Individuen unumgängliche Bedingung, indessen ist der einfache Schluss von der künstlichen auf die natürliche Zuchtwahl um so weniger zutreffend, als dort die für die Auswahl massgebenden Eigenschaften von der Neigung und dem Nutzen des Menschen bestimmt werden und keineswegs dem Thiere selbst Vortheil bringen. Wenn aber vortheilhafte Eigenschaften auch in noch so geringem Grade zur Erscheinung treten, so bieten sie wahrscheinlich schon durch den Nutzen, den sie der Erhaltung der Lebensform gewähren, einen gewissen Ersatz für die bei der unbeschränktem Kreuzung fehlende Isolation. Durch die Nützlichkeit der vorhandenen Eigenschaft wird die Kreuzung mit den Individuen der Ueberzahl, wenn auch nicht gleich beseitigt, so doch beschränkt und die Eigenschaft über eine immer grössere Zahl von Formen ausgebreitet und verstärkt. Indem die abgeänderten Individuen in steter Zunahme begriffen sind, erfahren die unveränderten und minder vortheilhaft ausgerüsteten Formen eine fortschreitende Verminderung, bis sie schliesslich vollständig verschwinden. Immerhin werden wir die Concession zu machen haben, dass eine nur an einem oder wenigen Individuen plötzlich auftretende, wenn auch bedeutende Abänderung — etwa dem Falle des Niata-Rindes und Ancona-Schafes analog — im Naturleben wohl niemals eine Varietät zu erzeugen im Stande sein wird, und dass die *nützliche Variation von vorneherein eine grössere Zahl von Individuen betreffen muss,* wenn sie Aussicht auf Erhaltung und Steigerung durch Zuchtwahl haben soll.

Noch eine andere Betrachtung erweist die Unzulänglichkeit der Wagner'schen Migrationslehre. Da diese nur dem Raume nach getrennte Varietäten und Arten in's Auge fasst, würde sie nicht erklären können, wie neue Varietäten und Arten *in zeitlicher Aufeinanderfolge auf demselben Raumgebiete* während allmäliger geographischer und klimatischer Veränderungen aus alten Arten hervorgehen konnten. Gerade ausgedehnte und zusammenhängende Gebiete sind aber für die Erzeugung von Abänderungen und für die Entstehung verbreiteter und zu langer Dauer befähigten Arten wegen der Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen besonders günstig, wie Darwin erörtert hat. Auch treffen wir recht oft in den verschiedenen Schichten einer und derselben Ablagerung an der gleichen Oertlichkeit zusammengehörige Varietäten, ja selbst Reihen von Abänderungen an. Wenn wir uns auch über die besonderen Vorgänge, welche im einzelnen

Falle die auftretende kleine Variation irgend eines Organes veranlasst haben, in voller Unkenntniss befinden und deshalb häufig von „Zufall" reden, so werden wir doch als Ursache der noch so kleinen Variation die Wirkung bestimmter, wenn auch nicht bekannter physikalischer Bedingungen der Ernährung im weitesten Sinne des Wortes anzuerkennen haben. Für die letzteren aber sind von grosser Bedeutung die besonderen tellurischen und klimatischen Verhältnisse, welche im Laufe grosser Zeiträume nachweisbar einen langsamen aber mannigfachen Wechsel erfahren und mit demselben insbesondere die Concurrenzbedingungen der Organismen im Kampfe um's Dasein wesentlich verändert haben. Während der Perioden eines langsamen, aber von bedeutenden Resultaten begleiteten Wechsels der Temperatur, der Bodengestaltung und des Klimas werden die nämlichen Ursachen gleichzeitig und mit ähnlicher Intensität auf zahlreiche Individuen gleicher Art eingewirkt und hiedurch den primären Anstoss zu kleinen Variationen gegeben haben, durch welche zahlreiche Individuen in gleicher Richtung, wenn auch anfangs in sehr geringem Grade, abgeändert wurden. *Erst nachdem durch den primären Anlass physikalischer Ursachen zahlreiche Lebensformen von der gleichen Variationstendenz ergriffen waren, wirkte die natürliche Züchtung für die Erhaltung und Steigerung bestimmter und nützlicher Modificationen erfolgreich ein.*

2. Ein anderer von mehreren Seiten erhobener, vornehmlich von Mivart[1]) erörterter Einwand betrifft die Unzulänglichkeit der natürlichen Zuchtwahl zur Erklärung der ersten minimalen Anfangsstufen der Abänderungen, da diese dem Organismus unmöglich schon Nutzen gebracht haben, welcher erst bei der im Laufe der Generationen erzielten Steigerung der Modification hervorgetreten sein konnte. Die Uebereinstimmung, welche zahlreiche Thiere in ihrer Färbung mit der Farbe des Aufenthaltsortes zeigen, die Aehnlichkeit vieler Insecten mit Gegenständen der Umgebung, wie z. B. mit Blättern, dürren Zweigen, Blüthen, Vogelexcrementen etc., wird mittelst der Selectionstheorie in der That nur unter der Voraussetzung erklärt werden, dass die in Frage stehende Eigenschaft bereits von vorneherein bei ihrem ersten Auftreten einen ziemlich hohen Grad der Uebereinstimmung, eine gewisse rohe Aehnlichkeit mit äusseren Naturobjecten dargeboten hat. Wenn wir bei Culturrassen, deren wildlebende Stammform, wie z. B. das Kaninchen, durch eine bestimmte, offenbar nützliche Färbung sich auszeichnet, eine ganz ausserordentliche Variabilität der Farben des Pelzes beobachten, so werden wir wohl zu dem Schlusse berechtigt sein, dass die Färbung des Pelzes auch bei dem wilden Kaninchen oder einer früheren Stammform desselben ursprünglich mehrfach variirte, und dass sich dann aber graue Farbentöne, weil sie als Schutzmittel den grössten Vortheil brachten, vorzugsweise erhielten und, im Laufe der Generationen

[1]) Mivart, On the genesis of species. London 1871.

fixirt, zu der constanten Färbung führten. Indessen werden in gar vielen Fällen schon geringere Abänderungen Schutz und Nutzen gewähren. Gewiss hebt Darwin mit vollem Recht hervor, dass bei Insecten, welche von Vögeln und anderen Feinden mit scharf ausgebildetem Sehvermögen verfolgt werden, jede Abstufung der Aehnlichkeit, welche die Gefahr der leichteren Entdeckung verringert, die Erhaltung und Fortpflanzung begünstigt, und bemerkt z. B. rücksichtlich der merkwürdigen *Ceroxylus laceratus*, welches nach Wallace einem mit kriechendem Moos oder Jungermannien überwachsenen Stabe gleicht, dass dies Insect wahrscheinlich in den Unregelmässigkeiten seiner Oberfläche und in der Färbung derselben mehrfach abgeändert habe, bis diese letztere mehr oder weniger grün geworden sei. In ähnlicher Weise sucht Darwin[1]) eine Reihe anderer Beispiele, welche von Mivart als Belege angeführt waren, dass die natürliche Züchtung die Anfänge der abgeänderten Charaktere nicht zu erklären vermöge (die Barten der Wale, die unsymmetrische Gestalt der Pleuronectiden, die Lage beider Augen auf gleicher Seite, der Greifschwanz bei Affen, die Pedicellarien der Echinodermen, die Avicularien der Bryozoen u. m. a.), zu entkräften.

3. Ein dritter Einwurf, welchen zuerst Bronn, Broca, sodann Nägeli[2]) und A. Braun[3]) gegen das Nützlichkeitsprincip der natural selection vorgebracht haben, geht von der Thatsache aus, dass viele Charaktere für ihre Besitzer überhaupt keinen Nutzen gewähren und deshalb nicht von der Zuchtwahl erzeugt oder überhaupt nur beeinflusst sein können. Dagegen ist zunächst mit Darwin hervorzuheben, dass wir über die Bedeutung und den Nutzen vieler Eigenschaften nur unzureichend oder gar nicht unterrichtet sind, dass das, was in der That jetzt keinen Vortheil gewährt, doch in früherer Zeit und unter anderen Verhältnissen nützlich gewesen sein kann. Immerhin muss jedoch zugestanden werden, dass sowohl unbedeutende individuelle als tiefer greifende und bedeutende Variationen ohne Beziehung auf irgend welchen Nutzen, durch besondere physikalische Ursachen bewirkt worden sind und gleichzeitig an zahlreichen Individuen auftreten. Selbstverständlich wird damit die Wirkung der natürlichen Zuchtwahl nicht widerlegt, sondern nur wahrscheinlich gemacht, dass auch ohne Zuhilfenahme derselben manche der Natureinrichtungen, welche nicht auf zweckmässiger Anpassung beruhen, auf anderem Wege entstanden sein müssen. Auch war Darwin selbst nicht der Meinung, dass die natürliche Zuchtwahl für sich allein die Entwicklung und Gestaltung der Organisation zu erklären im Stande sei, und wies auf die Correlation des Wachsthums und der Abänderungen verschiedener Organe, somit auf immanente Bildungsgesetze hin.

Mit diesem Einwurf steht eine andere Betrachtung Nägeli's im Zu-

---

[1]) Ch. Darwin, l. c. 5. Auflage, pag. 248—269.
[2]) C. Nägeli, Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München 1865,
[3]) A. Braun, S. 102.

sammenhang. Wenn derselbe bemerkt, dass die beiden Momente, in denen sich die hohe Organisation kund thut, die mannigfaltigste morphologische Gliederung und die am weitesten durchgeführte Theilung der Arbeit in der Pflanze von einander unabhängig seien, während sie im Thierreiche in der Regel zusammenfielen, so möchte dieser scheinbare Gegensatz in unserer zur Zeit noch unzureichenden Kenntniss von den Functionen zahlreicher morphologischer Besonderheiten der Pflanze seine Erklärung finden. Auch bei Thieren kann eine und dieselbe Function von morphologisch verschiedenen Organen besorgt werden, und dasselbe Organ kann physiologisch mehrere Verrichtungen vollziehen. Deshalb wird man aber doch nur in Ausnahmsfällen und vornehmlich bei Organen, welche in Folge des Nichtgebrauches eine Reduction erfahren haben, von Organen ausschliesslich morphologischen Werthes reden können und den Grund für die Existenz derselben in dem Vererbungsgesetze zu suchen haben. Schon mit Bezug auf die vermeintliche Nutzlosigkeit verschiedener Körpertheile hat Darwin treffend hervorgehoben, dass selbst bei den höheren und am besten bekannten Thieren viele Gebilde existiren, welche so hoch entwickelt sind, dass Niemand an ihrer Bedeutung zweifelt, obwohl dieselbe überhaupt noch gar nicht oder erst ganz neuerdings ermittelt wurde. Bezüglich der Pflanzen verweist er auf die merkwürdigen Structureigenthümlichkeiten der Orchideen-Blüthen, deren Verschiedenheiten nur noch vor wenig Jahren für rein morphologische Merkmale gehalten wurden. Durch die Untersuchungen Darwin's[1]), Herm. Müller's, Kerner's u. A. ist dann aber der Nachweis geführt worden, dass jene Besonderheiten für die Befruchtung durch Insectenhilfe von der grössten Bedeutung und wahrscheinlich durch natürliche Zuchtwahl erlangt worden sind. Ebenso weiss man jetzt, dass die verschiedene Länge der Staubfäden und Pistille, sowie deren Anordnung bei dimorphen und trimorphen Pflanzen von wesentlichem Nutzen sind. Dass im Allgemeinen Gestalt und Farbe der Blumen nicht ausschliesslich morphologische Bedeutung besitzen, sondern wesentlich durch Anpassung bedingt, die mannigfaltigsten Beziehungen zum Insectenleben haben, wurde im Anschluss an C. Sprengel eingehend von Herm. Müller[2]) erörtert, während Jul. Sachs[3]) für den seither als rein morphologisch beurtheilten Aderverlauf der Blätter die Bedeutung für die Zu- und Abfuhr der Nährstoffe, die Ausspannung der assimilirenden Chlorophyllschicht nachwies.

Auch ist es verfehlt, wenn Nägeli als Consequenz der Darwin'schen Lehre die Annahme ableitet, dass indifferente Merkmale variabel, die nützlichen dagegen constant sein müssten. Gerade die indifferenten Charaktere

[1]) Ch. Darwin, Ueber die Einrichtungen zur Befruchtung britischer und ausländischer Orchideen durch Insecten etc., übersetzt von Bronn. Stuttgart 1862.

[2]) H. Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insecten und die gegenseitigen Anpassungen beider. Leipzig 1873.

[3]) J. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882.

müssen, weil durch die Vererbung im Laufe zahlloser Generationen befestigt, nahezu oder absolut constant sein, wie dies gerade für diejenigen Merkmale zutrifft, welche die systematischen Kategorien bestimmen. Andererseits brauchen nützliche Eigenschaften durchaus nicht bereits die äusserste Grenze des Nutzens, den sie dem Organismus gewähren, erreicht zu haben, dürften vielmehr, zumal unter veränderten Lebensbedingungen, noch nützlicher werden können. Wenn daher Nägeli auf die Stellungsverhältnisse und die Zusammenordnung der Zellen und Organe hinweist, die als rein morphologische Eigenthümlichkeiten am leichtesten abändern müssten, in der That aber sowohl in der Natur als in der Cultur die constantesten und zähesten Merkmale sind, so behauptet er gerade das Umgekehrte von dem, was aus dem Darwin'schen Principe folgt. Wenn er ferner hervorhebt, dass bei einer Pflanze, welche gegenüberstehende Blätter und vierzählige Blüthenkreise hat, es eher gelingen würde, alle möglichen die Function betreffenden Abänderungen an den Blättern, als eine spiralige Anordnung derselben hervorzubringen, so werden wir diese Thatsachen aus den beiden oben bemerkten Gründen von Nägeli verständlich finden. Einerseits wäre es voreilig, für diese sogenannten „morphologischen Charaktere“, welche uns jetzt nutzlos und daher im Kampfe um's Dasein gleichgiltig zu sein *scheinen*, eine absolute Werthlosigkeit auch für die Zeiten ihres Auftretens zu behaupten, andererseits würden wir im Allgemeinen zu bedeutende Anforderungen an die Grösse und Gewalt der Variabilität stellen, wenn wir von derselben Abänderungen tief befestigter und durch Vererbung zahlloser Generationen constant gewordener Merkmale, welche die Ordnung, Classe oder gar den Typus bestimmen, anders als ausnahmsweise und in ganz abnormen Fällen erwarten wollten.

4. Mit grösserem Recht als solche Organe von indifferentem Werthe, deren Nutzen für die Existenz der Arten man zum Mindesten nicht einzusehen vermag, würden solche Einrichtungen als dem Princip der Selection widersprechend herangezogen werden können, welche in grösserem oder geringerem Grade nachtheilig sind. E. Haeckel hat diesen Gesichtspunkt freilich nicht gegen, sondern für die Richtigkeit der Descendenzlehre, deren einziges und wahres Begründungsprincip für ihn das der Selection ist, in's Feld geführt, und mit Hilfe desselben in Verbindung mit den Thatsachen der rudimentären Organe eine besondere Lehre als „Dysteleologie“ begründen zu können geglaubt, zunächst um die Annahme einer nach Zwecken wirkenden Bildungskraft, und einer teleologischen Endursache zu widerlegen. Allerdings ist die Lehre von den rudimentären Organen ganz vorzüglich geeignet, für die Richtigkeit der Descendenz ein schwerwiegendes Zeugniss abzulegen. Aber ebensowenig wie die mit ihr verknüpfte Dysteleologie eine Zweckursache als ersten Grund der Weltexistenz widerlegt, kann sie im Sinne Haeckel's für die mit so grossem Eifer auf die Selection gestützte Descendenzlehre verwerthet werden. Im Gegentheil würde dieselbe

einen wichtigen Einwand gegen die Wirksamkeit der Selection begründen, da diese doch nur vortheilhafte, für die Art zweckmässige Eigenschaften züchten kann, und jedenfalls beweisen, dass neben diesem Princip *noch andere in den Bildungsgesetzen begründete Ursachen* in Frage kommen.

Indessen beruht die Lehre der Dysteleologie auf einem Missverständniss. Wenn uns auch auf den ersten Blick Organrudimente bedeutungslos oder gar nachtheilig erscheinen, so vermögen wir doch bei näherem Eingehen sehr oft ihre Bedeutung zu erkennen, so beispielsweise bei den Afterklauen der Riesenschlangen, dem rudimentären Brustbein der Blindschleiche und den Zahnrudimenten im Embryonalleben der Wale. Aber auch da, wo wir den Nutzen nicht einzusehen vermögen, wie z. B. bei den unter der Haut versteckten Augen-Rudimenten von Höhlenbewohnern dürfen wir — abgesehen von der Unvollkommenheit unserer Einsicht in die verwickelten Verhältnisse der Organ-Correlation — nicht ausser Acht lassen, dass schon die Rückbildung an sich ein im Haushalt des Organismus für die Ausbildung anderer functionell hervortretenden Organe höchst zweckmässiger Vorgang ist, und dass, falls dieselbe nicht zum völligen Schwunde führte, auch in der Erhaltung eines minimalen Restes insofern ein Nutzen liegt, als dieser unter veränderten Verhältnissen zum Ausgangspunkt zweckmässig modificirter Neugestaltung werden kann. Hat man doch, und gewiss mit vollem Rechte, den Rückschritt überflüssig gewordener Organe als Bedingung des Fortschritts bezeichnet.

5. Von Nägeli ist ein bemerkenswerther Einwurf gemacht worden, welcher die Unzulänglichkeit der natural selection als *ausschliessliches* Erklärungsprincip darzuthun geeignet erscheint. Im Anfange konnte es nur wenige Arten einfacher, aus Protoplasma und Sarcode bestehender Organismen von einzelligen Protophyten und Protozoen geben. Bei der Beschränktheit der Concurrenz, bei der Gleichmässigkeit der äusseren Bedingungen auf der ganzen Erdoberfläche fehlte es an Hebeln, welche die Entstehung nützlicher Abänderungen veranlassen mussten. Jedenfalls wird hiemit eine sehr dunkle und schwierige Frage der ganzen Descendenzlehre berührt, auf welche eine nur sehr unvollständige Antwort gegeben werden kann. Wenn wir auch keineswegs Nägeli darin beistimmen können, dass die Nützlichkeitslehre überhaupt nicht zu erklären vermöge, warum zusammengesetztere und höher organisirte Wesen sich entwickeln, so müssen wir, die relative Einförmigkeit der ursprünglichen einfachen Lebewesen zugestanden, immerhin den Mangel ausreichender und geeigneter Hebel zugestehen, um die Möglichkeit für die Entwicklung der grossen Mannigfaltigkeit höher organisirter Wesen einzusehen. Mit Rücksicht auf den ersten Punkt bemerkt Darwin, dass schon die beständige Thätigkeit der natürlichen Zuchtwahl die Neigung zur progressiven Entwicklung bei organischen Wesen zu erklären vermöge, denn die beste Definition, welche jemals von einem hohen Massstabe der Organisation gegeben wurde, ist die, dass dies

der Grad sei, bis zu welchem Theile specialisirt oder verschiedenartig geworden sind. Und die natürliche Zuchtwahl strebt diesem Ziele zu, insofern hiedurch die Theile in den Stand gesetzt werden, ihre Function wirksamer zu verrichten. Dagegen setzt die Wirkung der natürlichen Zuchtwahl, als deren Folge eine mit Arbeitstheilung verbundene Specialisirung der Organisation als für die Erhaltung vortheilhaft keineswegs ausgeschlossen ist, eine bereits vorhandene Mannigfaltigkeit im Bau und in der Lebensweise der Organismen voraus, wie sie die ausschliessliche Existenz von wenigen und sehr einfach gestalteten Arten, wenn auch unendlich zahlreicher Lebewesen unter gleichförmigen äusseren Naturbedingungen nicht zu bieten vermag.

Aus diesen Gründen möchten wir die Unzulänglichkeit der natürlichen Zuchtwahl und der auf dieselbe gegründeten Nützlichkeitstheorie als *ausschliessliches Erklärungsprincip* um so weniger bestreiten, als es nicht denkbar ist, dass die ganze complicirte Organisation der höchsten Pflanze und des höchsten Thieres blos durch nützliche Anpassung sich nach und nach aus dem Unvollkommenen herausgebildet habe, dass das mikroskopische einzellige Pflänzchen blos durch den Kampf um's Dasein nach unzähligen Generationen zu einer Phanerogamenpflanze, oder um von Thieren zu reden, dass die Amöbe zu einem Polypen, die Planula zu einem Wirbelthiere geworden sei. Es erscheint ganz unmöglich, ausschliesslich mit Hilfe der Selection *die Nothwendigkeit der bestimmten, in den zahllosen mannigfaltigen Abstufungen der Organisation und Besonderheit des Systems ausgesprochenen Richtung* des grossen Entwicklungsgesetzes zu verstehen. Daher erscheinen die verschiedenen Versuche begreiflich, durch ein anderes Erklärungsprincip die offenbar vorhandene grosse Lücke auszufüllen, nur wird es leider bei näherer Betrachtung sogleich ersichtlich, dass alle diese Versuche einer wahren und positiven Grundlage ermangeln und, anstatt eine Erklärung zu geben, Umschreibungen unerklärter Verhältnisse enthalten.

Nägeli's mechanisch-physiologische Theorie der Abstammung.

Unter den verschiedenen Erklärungsversuchen steht obenan die von Nägeli aufgestellte Vervollkommnungstheorie, welche die Annahme fordert, das die individuellen Veränderungen nicht unbestimmt, nicht nach allen Seiten gleichmässig, sondern vorzugsweise und „mit bestimmter Orientirung“ nach einer zusammengesetzteren vollkommeneren Organisation zielen, dass der Abänderungsprocess wie nach einem bestimmten Entwicklungsplane, wenn auch ohne übernatürliche Einwirkung, so doch durch eine dem Organismus immanente Tendenz der Vervollkommnung geleitet werde. Neben der natürlichen Züchtung, welche nur als Correctiv thätig sei und die Ausbildung der physiologischen Eigenthümlichkeiten erkläre, müsse ein Vervollkommnungsprincip vorausgesetzt werden, welches die Gestaltung der morphologischen Charaktere beeinflusse.

Man sieht jedoch alsbald ein, dass Nägeli bei richtiger Erkenntniss der vorhandenen Lücke, derselben Lücke, welcher sich schon Lamarck in seiner Anpassungstheorie bewusst geworden war, anstatt einer jene beseitigenden Erklärung nichts als eine Phrase einführt, deren Aufnahme mit der Vorstellung verknüpft ist, als sei mit derselben eine Erklärung gewonnen. In der That aber ist der Ausdruck Vervollkommnungstendenz und Vervollkomm-

nungstheorie nichts Anderes als die Uebertragung der in früherer Zeit so üblichen und missbrauchten Phrase des Bildungstriebes oder nisus formativus von der individuellen Entwicklungsgeschichte auf die Phylogenie. Gleiches gilt von dem Principe der „bestimmt gerichteten Variation“ oder der Entwicklung aus „inneren Ursachen“, wie wir sie in den Schriften von Askenasy und A. Braun[1]) ausgesprochen finden, von Forschern, welche über die Berechtigung der Descendenzlehre ebenso übereinstimmen, als sie mit Darwin die Formverwandtschaft der Arten auf gemeinsame Abstammung zurückführen.

Auch in seinem jüngst erschienenen Werke[2]) ist Nägeli, trotz eines grossen Aufwandes molecularer Constructionen, zu keiner besseren Erklärung gelangt. Wenn wir auch die in dem materiellen Substrate des Organismus, in der organisirten Materie gelegenen Bedingungen der fortschreitenden Entwicklung (Vervollkommnungsprincip) als *innere* Ursachen den äusseren, durch die Lebensbedingungen gegebenen Factoren mit Recht gegenüberstellen, wie es bereits Lamarck that, wenn derselbe die Stufenfolge der Organismen auf Kosten der ersteren stellte, den mannigfachen durch die letzteren bedingten Anpassungen gegenüber, welche auf die Wirkung des Gebrauches und Nichtgebrauches zurückgeführt werden, so müssen wir uns doch bewusst sein, dass die inneren Gründe unserer Einsicht vorläufig völlig unzugängig bleiben. Nägeli aber befindet sich in einer argen Selbsttäuschung, wenn er glaubt, mit seiner neuen Theorie eine mechanisch-physiologische Erklärung gegeben zu haben, in einer Täuschung, welche um so stärker betont zu werden verdient, als derselbe der seitherigen und künftigen Arbeit der Morphologen — dem hier Plan und Bauführung zu besorgenden Physiologen gegenüber — lediglich den Werth von Handlangerdiensten einräumt. Oder erreichen wir etwa eine Einsicht in das Wesen der mit der Entwicklung der Organisation fortschreitenden Vervollkommnung, indem wir dem einfachsten Protoplasmaklümpchen die Tendenz zuschreiben, Protoplasmakörper von etwas zusammengesetzterem und daher vollkommenerem Bau zu erzeugen, und hiemit eine in aufsteigender Reihe fortschreitende Bewegung begonnen denken, dann die Beharrung in der Vervollkommnung vom Einfacheren zum Zusammengesetzteren als mechanische Ursache für die Entwicklung der organischen Reiche bezeichnen? Zwar erscheint es durchaus berechtigt, das Keimprotoplasma, wie es auch andere Forscher thaten, als Träger der erblichen Anlagen zu betrachten und sich in dem „Idioplasma“ alle Eigenschaften des ausgebildeten Organismus als potentiell enthalten zu denken, aber gewinnen wir damit eine Erklärung, dass wir uns dessen moleculare Zusammensetzung nach Analogie des entwickelten Organismus dem Bedürfniss entsprechend kunstvoll construiren, uns die Zusammenordnung der kleinsten Theilchen (Micellen) unendlich mannigfaltig vorstellen und demgemäss „zahllose Combinationen wirksamer Kräfte“, „zahllose Verschiedenheiten in den durch diese bedingten chemischen und plastischen Vorgängen der lebenden Substanz“ annehmen, welche ebenso viele Verschiedenheiten im Wachsthum, in der inneren Organisation, in der äusseren Gestaltung und den Verrichtungen verursachen? Wird ferner etwa dadurch der Bildungstrieb seines räthselhaften Wesens entkleidet, dass wir an Stelle desselben die aufeinanderfolgenden Modificationen im Idioplasma und die wechselnden Einflüsse setzen, unter denen das Idioplasma seine Anlagen zur Entfaltung bringt? Die naturgemäss folgenden Fragen, auf welchen Vorgängen diese Modificationen beruhen und wie wir uns die Einwirkungen der umgebenden Umstände zu denken haben, hat zwar Nägeli aufgeworfen, jedoch keineswegs zu beantworten vermocht, zumal er nicht einmal für die Structur des idioplastischen (in Form netzförmig anastomosirender Stränge gedachten) Systems eine befriedigende Vorstellung abzuleiten vermag, vielmehr „den Charakter der noch verborgenen (nicht geometrischen, sondern phylogenetischen) Configuration“ zugibt, mit deren Erforschung die Lösung „des grössten Räthsels der Abstammungslehre“ gewonnen

[1]) A. Braun, Ueber die Bedeutung der Entwicklung in der Naturgeschichte. Berlin 1872.

[2]) C. Nägeli, Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. München und Leipzig 1884.

sei! Oder sollte es den Anforderungen einer physiologischen Erklärung entsprechen, „die Merkmale, Organe, Einrichtungen und Functionen des Organismus im Idioplasma in ihre wirklichen Elemente zerlegt“ zu denken und sich vorzustellen, „dass dasselbe die Anlagen für verschiedene Organe in ähnlicher Weise zur Entfaltung bringe, wie der Clavierspieler auf seinem Instrumente die aufeinanderfolgenden Harmonien und Disharmonien eines Musikstückes zum Ausdruck bringt“, und einem so phantasievollen Bilde alsbald das Zugeständniss folgen zu lassen, dass die Art und Weise, in welcher die Mittheilung der Bewegungen unter den in dynamischer Verbindung stehenden Micellenreihen erfolge, für die Molecularphysiologie ein Geheimniss sei? Ist es möglich, im Ernste zu glauben, mittelst solcher zwar mechanisch gedachter, aber im gleichen Masse künstlich als willkürlich aufgebauter Constructionen eine Theorie zur Lösung des grossen Problemes der Bildungsgesetze und der durch dieselben bedingten Stammesentwicklung begründet zu haben? Die in das Wesen der Organisation hineingelegte Vervollkommnungstendenz bleibt vielmehr ebenso dunkel als die von Lamarck für unerklärbar gehaltene Ursache für die Stufenfolge der Organismen und fällt im Wesentlichen mit dieser zusammen, während neben der Lamarck-schen Anpassung durch die Wirkung äusserer Einflüsse dem Darwin'schen Selectionsprincip lediglich ein beschränkter Einfluss auf schärfere Abgrenzung der Sippen durch Verdrängung der Zwischenformen in beiden Reichen eingeräumt wird. Nach Nägeli liegen in der Vervollkommnung (Progression) und Anpassung die mechanischen Momente für die Bildung des Formenreichthums, in der Concurrenz mit Verdrängung oder in dem eigentlichen Darwinismus nur das mechanische Moment für die Bildung der Lücken in den beiden organischen Reichen“. Damit aber wurde nicht nur der Selection jede Bedeutung abgesprochen, sondern auch auf die Erklärung der organischen Zweckmässigkeit Verzicht geleistet.

Weismann's [1]) Lehre von der Continuität des Keimplasmas und den Variationen des Keimplasmas als die Ursache der Variabilität.

Die Ueberzeugung, dass die Grundbedingungen der Transmutation im Innern des Organismus und in der Molecularstructur des Plasmas zu suchen sind, hat noch zur Aufstellung einer andern bemerkenswerthen Lehre Anlass gegeben, welche zwar zu Nägeli's Theorie mehrfache Berührungspunkte bietet, indessen in sehr wesentlichen Momenten und namentlich darin von derselben abweicht, dass sie die umfassende Wirkung der Zuchtwahl und somit die Erklärung der Zweckmässigkeit im Sinne Darwin's ungeschmälert aufrecht erhält. Dagegen leugnet A. Weismann, und hierin weicht er wesentlich von Darwin ab, die Vererbung der *erworbenen* Eigenschaften. Mit dieser Negation aber trat die Forderung heran, die Variabilität in anderer Weise zu begründen, und zwar lediglich aus inneren Ursachen abzuleiten, wenn anders die Zuchtwahl überhaupt aufrecht erhalten werden sollte. Von diesem Ausgangspunkt wurde Weismann zu den beiden Hypothesen über die Continuität des Keimplasmas und über die Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung geführt.

Schon vorher hatten hervorragende Physiologen die Meinung ausgesprochen, dass die Vererbung der im individuellen Leben erworbenen Eigenschaften auf die Nachkommen eine unbewiesene Voraussetzung sei. Die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit, die Uebertragung solcher im Leben des Individuums durch äussere Einflüsse veranlassten Veränderungen auf das Keimplasma der Sexualorgane mechanisch zu erklären, welche auch nicht von Darwin durch die als Nothbehelf aufgestellte „Pangenesis“ behoben werden konnte, war für Viele Grund genug, die Vererbung der erworbenen Eigenschaften in Abrede zu stellen. Fällt aber diese Hypothese hinweg, so hat nicht nur die directe Anpassung im Sinne Lamarck's jegliche Bedeutung verloren, sondern auch die Wirkung der Selection bleibt nur noch unter

[1]) A. Weismann, Ueber die Vererbung. Jena 1883. Derselbe, Ueber die Continuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung. Jena 1885. Derselbe, Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selectionstheorie. Jena 1886.

der Voraussetzung verwerthbar, *als es die schon im Keimplasma potentia enthaltenen nützlichen Veränderungen sind,* welche die Züchtung verwendet. Die Selection verrichtet nicht mit den Qualitäten des fertigen Organismus, sondern „mit den in der Keimzelle verborgenen Anlagen nützlicher Eigenschaften“ ihre Arbeit. Alsdann würden alle Besonderheiten, welche das Individuum, sei es durch verstärkten oder verminderten Gebrauch und durch gewohnheitsmässige Uebung, sei es mehr passiv durch die Wirkung der äusseren Verhältnisse, im Laufe seines Lebens erlangt hat, mit seinem Tode verloren sein und für das Leben der Art nicht weiter in Betracht kommen. Nur das, was in der Beschaffenheit der Keimsubstanz seine Ursache hat und der Anlage nach schon in dieser gegeben war, wird sich auf die Nachkommen übertragen und eine dauernde Veränderung der folgenden Generationen zu bewirken vermögen. Die Auslese, welche im Kampfe um's Dasein zwischen den verschieden vortheilhaft ausgerüsteten Individuen stattfindet, kann nur insoweit auf einen Erfolg rechnen, als diese in ihren Sexualzellen die Anlagen gleich vortheilhafter Nachkommen enthalten, und die Züchtung arbeitet lediglich mit den Keimesanlagen, deren Vererbung auf die Nachkommen nur unter der Voraussetzung verständlich ist, dass das Substrat des Keimplasmas in der gesammten Kette der aufeinanderfolgenden Generationen in Continuität bleibt. Die *Continuität des Keimplasmas* ist demnach die nothwendige Voraussetzung zu Weismann's Lehre, und zwar in dem Sinne, dass ein Theil des Keimplasmas, welches in der elterlichen Eizelle enthalten ist, beim Aufbau des Tochterindividuums nicht verbraucht wird, sondern zur Bildung der Keimzellen des letzteren *in Reserve* bleibt. Die Entstehung der neuen Keimzellengeneration erscheint alsdann als ein Vorgang des Wachsthums und der Assimilation, durch welche das Minimum des überkommenen Keimplasmas im Organismus des Nachkommen an Masse gewinnt und sich zu dessen Sexualanlage ausbildet. Nach Weismann's Vergleich würde man sich das Leben des Keimplasmas unter dem Bilde einer lang dahin kriechenden Wurzel vorstellen können, von welcher sich von Strecke zu Strecke einzelne Pflänzchen erheben, die Individuen der aufeinanderfolgenden Generationen, welche selbst nur nebensächliches Beiwerk darstellen.

Es bliebe dann aber noch die Hauptfrage zu beantworten, durch welche Ursachen die Variabilität in die Molecularstructur des Keimplasmas hineinkommt, und wie durch das Wirken derselben die bestimmte und geordnete Aufeinanderfolge von Variationen ermöglicht wird, welche die Entwicklung der Abstufungen vom Niederen zum Höheren, vom Protoplasma bis zum Säugethiere zu erklären vermag. Die erste dieser Fragen beantwortet Weismann unter Bezugnahme auf das Wesen und den Ursprung der geschlechtlichen Fortpflanzung, die man schon seit Decennien sich allgemein aus dem Conjugationsvorgange der Protozoen und Protophyten ableitet. Bei den einzelligen Organismen, in deren Protoplasmaleib Keimzellen und Körperzellen noch nicht gesondert sind, werden die äusseren Einwirkungen die individuellen Variationen veranlassen und Abänderungen hervorrufen, welche sich, obwohl im Leben des Individuums erworben, auf die Nachkommen vererben. Denn bei der vorwiegenden, nur gelegentlich mit Conjugation wechselnden Fortpflanzung durch Theilung bleibt die Leibessubstanz von Tochter und Mutterorganismus in unmittelbarer Continuität, ähnlich einer Knospe, an welcher die Eigenthümlichkeiten der Pflanze direct übertragen werden. Daher ist die erbliche individuelle Variabilität der Einzelligen als die Ursache für die Abänderungen der Keimzellen und die in jenen begründete individuelle Variabilität der Metazoen und Metaphyten zu betrachten, das heisst, es sind diese Keimesabänderungen aus den Lebens- und Fortpflanzungsvorgängen der Einzelligen entsprungen, welche unter Vermittlung von gleichaftige Zellencolonien repräsentirenden Zwischengliedern die vielzelligen Thiere und Pflanzen entstehen liessen. Indem die durch Theilung auseinander hervorgegangenen Individuen zum Vortheil ihrer Erhaltung im gemeinsamen Verbande verharrten, traten zuerst kleine Colonien von gleichartigen Zellen auf, welche sämmtlich noch als gleichwerthige Elemente der Gesammtheit die Functionen der Ernährung und Fortpflanzung in gleicher Weise besorgten. Später aber differenzirten sich die Zellen der Colonie nach zwei Richtungen, indem

die einen die Ernährung im weitesten Sinne übernahmen und zu Körperzellen wurden, die anderen als Keimzellen lediglich der Fortpflanzung dienten. Diese der Arterhaltung nützliche Modification musste aber in einer Keimesänderung ihre Ursache haben und durch eine Veränderung der Molecularstructur des Keimplasmas vorbereitet sein. „Wenn," sagt Weismann, „nun die Colonie aus irgend einem „äusseren Grunde" besser gediehe, wenn die in ihrer Keimzelle *potentia* gegebenen Molecülarten sich bei der Entwicklung der Colonie nicht wie bisher gleichmässig auf alle Theilhälften vertheilten, sondern ungleich, so würde dies auf Grund der stets vorhandenen Variabilität geschehen können, und das Resultat würde sein, dass die Zellen der fertigen Colonie ungleich ausfielen." Mit dem einmal eingeleiteten Differenzirungsprocess des vielzelligen Thierleibes, für welchen unser Autor, anstatt *die innere mechanische Ursache* der Entstehung *klarzulegen,* lediglich das regulirende Züchtungsprincip als Ursache der Erhaltung vorbringen kann, tritt aber auch die geschlechtliche Fortpflanzung in Wirkung, indem es nun lediglich die männlichen, als Zoospermien und Eizellen differenzirten Keimzellen sind, durch deren Conjugation das zur Erzeugung des Nachkommens in Verwendung kommende Keimplasma in den Besonderheiten der Molecularstructur bestimmt wird. Die sexuelle Fortpflanzung ist es daher, welche die von den Einzelligen ererbte individuelle Variabilität erhält und steigert, und die grosse Zahl von Variationen in die Keimsubstanz hineinbringt, mit denen, falls sie vortheilhaft und nützlich sind, die Zuchtwahl ihre Arbeit ausführt. Nach Weismann hat demnach die sexuelle oder digene Fortpflanzung die Aufgabe, durch Vermischung verschiedener Vererbungstendenzen *„das Material an individuellen Unterschieden zu schaffen, mittelst dessen die Selection neue Arten hervorbringt"*.

Wenn wir diese Lehre auf ihre Wahrscheinlichkeit prüfen, so finden wir an derselben unabweisbare Schwächen. In erster Linie ist dem Leben des Individuums für die Entstehung von Abänderungen jeder Einfluss so gut als abgesprochen, der Organismus selbst erscheint, von den Einzelligen abgesehen, für den Entwicklungsprocess mehr als werthlose Beigabe, als ein der Keimzelle aufgewachsener Appendix, mit welchem die Natur ihr nutzloses, müssiges Spiel treibt. Dagegen erscheint die Keimzelle, um die von Weismann selbst gebilligte Ausdrucksweise Spitzer's zu wiederholen, als das eigentliche schöpferische Gebilde in der organischen Welt, und die geschlechtliche Fortpflanzung als der eigentliche Schöpfer, der die moleculare Constitution der Keimzellen in unzähligen und immer neuen Combinationen mischt und dem Selectionsprocesse die Möglichkeit des Wirkens schafft.

Thatsächlich aber ist der Sachverhalt, so weit wir durch Beobachtung und Erfahrung unterrichtet sind, gerade der umgekehrte. Die Individuen sind die realen Objecte des Naturlebens, an welchen und durch welche sich alle organischen Erscheinungen abspielen. Sie sind auch die Träger des Keimplasmas, welches lediglich als kleiner Theil des ganzen Organismus und in Abhängigkeit von dem Leben desselben gedacht werden muss. Alles, was auf diesen gestaltend und verändernd einwirkt, muss auch einen Einfluss auf dasjenige Organ ausüben, welches das assimilirende und wachsende Material des Keimplasmas birgt. Dass dem so ist, konnte auch Weismann nicht entgehen und wurde auch von ihm mit in Rechnung gebracht, um alsbald zu einem Zugeständnisse Anlass zu geben, welches mindestens die Consequenz der Theorie beeinträchtigt, wenn nicht gar einen verhängnissvollen Widerspruch in dieselbe einführt. „Vielleicht," meint Weismann, „könne die Molecularstructur des Keimplasmas doch auch durch sehr lange fortwirkende Einflüsse [1]) derselben Art verändert werden, und es scheine die Möglichkeit nicht abzuweisen, dass lange, das heisst durch Generationen hindurch andauernde Einflüsse, wie Temperatur, Ernährungsmodus u. s. w., die die Keimzellen so gut wie jeden anderen Theil des Organismus treffen können, Veränderungen in der Constitution des Keimplasmas hervorrufen werden." Auch erscheint es kaum als Abschwächung dieses Zugeständnisses, wenn in der weiteren Ausführung folgt: „Aber

[1]) A. Weismann, Zur Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften. Biologisches Centralblatt, 1886, Tom. VI, Nr. 2, pag. 38. Ferner: Ueber die Vererbung, pag. 48.

solche Einflüsse würden dann keine individuellen Variationen hervorrufen, sondern sie müssten alle Individuen derselben Art, welche auf einem bestimmten Gebiete wohnen, in der gleichen Weise verändern." Hiermit ist die Möglichkeit eingeräumt, durch die Wirkung veränderter äusserer Bedingungen die Entstehung klimatischer Varietäten und anderer Erscheinungen von Variation zu erklären. Ist aber einmal diese potentielle Anpassung, wie wir sie mit E. Haeckel bezeichnen können, für irgend welche Abänderungen zugestanden, welche als directe Folge von äusseren Bedingungen auftreten, so sieht man nicht ein, weshalb nicht auch bei der grossen Zahl von Fällen, in welchen der Organismus durch den grösseren oder geringeren Gebrauch der Organe mehr activ reagirt, in gleichem Sinne ein indirecter Einfluss auf die Structur des Keimplasmas in Betracht kommen sollte, falls nur die functionelle Anpassung hinreichende Zeit und viele Generationen hindurch nach einer Richtung andauernd gewirkt hätte. Dann aber würde auch die ganze Fülle erworbener Eigenschaften bei den *Metazoen* nicht mehr von der Vererbung ausgeschlossen sein und eine der grössten Schwierigkeiten in Wegfall kommen, die eben für Weismann Anlass und Ausgang seiner Theorie war und in consequenter Ausbildung derselben zu der auf eine Fülle von Speculationen gestützten Lehre der Iden und Determinanten im Keimplasma[1]) geführt hat.

Offenbar bildet die Schwierigkeit, für die Rückwirkung der während des individuellen Lebens erworbenen Veränderungen der Organe auf die Substanz des Keimplasmas eine physiologische Vorstellung zu gewinnen, den vornehmlichsten Angriffspunkt auf die Theorien Lamarck's und Darwin's, und man wird auch zugeben müssen, dass die Vererbung des Erworbenen durch keinen der so häufig zum Beweise angeführten Fälle vererbter Krankheiten oder Verstümmelungen über jeden Zweifel sicher gestellt worden ist.

Sollte zur Zeit aber auch keine Thatsache vorliegen, welche den unangreifbaren Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften liefert, so würde an deren Stelle das Gewicht einer Reihe von Erscheinungen treten, für welche ohne diese Annahme die Möglichkeit einer Erklärung entfällt. Gerade für die functionellen Anpassungen, wie Roux die durch den Gebrauch und die Uebung erworbenen Eigenschaften des Individuums treffend nennt, sind wir durch die Betrachtungen dieses Forschers über den Kampf der Theile im Organismus mit überzeugender Klarheit auf die Nothwendigkeit verwiesen worden, die Frage in bejahendem Sinne zu beantworten. „Es müsste überall bei der Entwicklung der Organe dasjenige, was die functionelle Anpassung in Tausend Theilen des Organismus gleichzeitig Zweckmässiges geschaffen hätte, dann erst durch Tausende von Generationen dauernder zufälliger Variationen und durch Auslese immer wieder von Neuem, aber in vererbbarer Form, erworben worden sein, wenn die Wirkung der functionellen Anpassung absolut nicht vererblich wäre. Uebertragen sich dagegen ihre Bildungen, sobald sie mehrere Generationen hindurch erworben und erhalten worden sind, auf die Nachkommen, so findet damit eine grosse Zahl der Zweckmässigkeiten des thierischen Organismus ihre Erklärung, sofern nur die functionelle Anpassung selbst erklärt ist."

Die functionellen Anpassungen sind aber das Beste und Höchste, was

[1]) A. Weismann, Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. Leipzig 1892.

uns neben dem Wirken der Zuchtwahl die Wissenschaft seither im Sinne rein mechanischen Geschehens begreiflich machen konnte und was, soweit eine Erklärung möglich ist, eine solche erfahren hat. Wollten wir auf die Verwerthung derselben verzichten, so würden wir mit Nägeli und Weismann auf die geheimnissvollen Vorgänge im Innern des Idioplasmas und der Keimzelle beschränkt sein, die wir uns zwar als moleculär-mechanische Veränderungen theoretisch vorstellen können, deren factischer Verlauf aber unbekannt und überdies seiner wahren Ursache nach in völligem Dunkel bleibt.

Die inneren Zweckmässigkeiten des Organismus, die Wechselbeziehungen und Correlationen, welche in Form und Function zwischen den verschiedenen Organen des Individuums bestehen, sind ihrer Ursache nach aus der Auslese der Individuen nicht ableitbar. Schon Aristoteles war mit der Thatsache bekannt, dass die Organe nicht nur ihrer Leistung entsprechend zweckmässig gestaltet sind, sondern dass sie auch ihre Arbeit gegenüber den wechselnden Verhältnissen der Aussenwelt zweckmässig reguliren, und nahm deshalb eine psychische Kraft an, welche als ernährende Seele (ψυχή θρεπτικη neben der ψυχή νοητική) die Entwicklung und Ernährung aller Theile leite. Die moderne Physiologie hat den Nachweis zu geben versucht, dass diese innere Zweckmässigkeit auf *teleologischer Mechanik* beruht, die sich entwickeln konnte, *sofern die erste lebendige Materie die Fähigkeit besass, in zweckmässiger Weise auf ihre Umgebung zu reagiren.*[1]) In jüngster Zeit hat besonders Wilhelm Roux[2]) diesen Gegenstand schärfer verfolgt und in geistvoller Weise das *Princip der functionellen Selbstgestaltung des Zweckmässigen* begründet, nach welchem verstärkter Gebrauch jedes Organ nicht nur vergrössert (den Dimensionen entsprechend, welche die Verstärkung der Thätigkeit leistet) und die specifische Leistungsfähigkeit desselben erhöht, sondern auch durch die trophische Wirkung functioneller Reize in seiner Structur zweckmässig gestaltet.

Die grosse Zahl zweckmässiger Anpassungen, wie z. B. in der feineren Architektur des Knochens, dessen Stützbälkchen in der Richtung des stärksten Druckes und Zuges verlaufen und mit dem Minimum von Material die höchste Stützkraft erreichen, und ebenso in der inneren Structur der activ thätigen Organe, wie Muskeln, Drüsen etc., können nicht aus vereinzelten Abänderungen durch die Auslese gezüchtet sein, weisen vielmehr *„auf das Vorhandensein von Qualitäten im Organismus hin,* welche *auf die Einwirkung functioneller Reize das Zweckmässige in höchst denkbarer Vollkommenheit direct hervorzubringen, direct auszugestalten vermögen“*. Der Zuchtwahl gegenüber, welche zweckmässige Eigenschaften nur vereinzelt, niemals in zahlreichen Combinationen gleichzeitig ausbilden kann, wird die functionelle

---

[1]) E. F. W. Pflüger, Die teleologische Mechanik der lebenden Natur. Bonn 1877.
[2]) Wilh. Roux, Der Kampf der Theile im Organismus.

Anpassung Tausende von zweckmässigen Anpassungen bei veränderten äusseren Lebensbedingungen gleichzeitig hervorbringen.

Aber auch darin kommt durch Roux's lichtvolle Darlegung Lamarck's Princip der directen Anpassung im Vereine mit der Selection zur vollen Geltung, dass die Vererbung der functionellen Anpassungen als auf die Nachkommen übertragene Disposition, wenn nicht positiv bewiesen, so doch in hohem Grade wahrscheinlich gemacht wird. Im Gegensatze zu Weismann, welcher das Beispiel der Wale als an das Wasserleben angepasster Säugethiere zum Beweise herausgreift, dass „Alles, was an den Thieren Charakteristisches ist, auf Anpassung durch Selection beruht", um damit das Wirken einer im Inneren gelegenen Entwicklungskraft zu widerlegen, beruft sich Roux auf den Uebergang der Wasserbewohner zum Land- oder Luftleben, und zwar gewiss mit um so grösserem Rechte und um so besserem Erfolge, als die hier in Betracht zu ziehenden Anpassungen nicht wie jene der Wale ein secundäres und mehr vereinzeltes Verhältniss betreffen, aus dem ein allgemein giltiger Schluss überhaupt nicht gezogen werden kann, sondern eine wesentliche Phase in der Entwicklungsgeschichte des Thierreiches bezeichnen. Von derselben können wir aber mit Bestimmtheit behaupten, dass die Vervollkommnung „keine successive in den einzelnen Theilen war, sondern in fast allen Organen des Körpers eine gleichzeitige gewesen sein muss, weil günstige Variationen blos einzelner Theile auf einmal das Ueberschreiten dieser Periode nicht ermöglicht hätten". Zu dieser Zeit musste also die gleichzeitige Ausbildung von tausend zweckmässigen Einzelheiten stattfinden, was die Auslese, die nur wenige Eigenschaften auf einmal züchten kann, unmöglich hätte leisten können.

Worin aber und wie weit konnte seither die Ursache für dieses Princip der zweckmässigen Selbstgestaltung erkannt und bestimmt werden? Nicht in der molecularen Structur und dem molecularen Geschehen, wie es sich nach chemisch-physikalischen Gesetzen unter den in jener gegebenen Bedingungen in bestimmter Weise nothwendig vollzieht, sondern in dem Wirken der Selection innerhalb des Organismus selbst, welche im Kampfe der Theile diese nützlichen Qualitäten züchtet. Bekanntlich besteht jeder Organismus aus einer Vielheit von Theilen, aus einer Genossenschaft von Elementen, die Metazoen und Metaphyten aus Zellen und Zellengruppen, welche während der Lebensvorgänge insofern einem Wechsel unterworfen sind, als Elemente beständig austreten und durch andere neugebildete ersetzt werden. Während des Aufbaues in der embryonalen Entwicklung, welche blos im Grossen und Ganzen durch die Vererbung normirt ist, im Einzelnen aber erst durch die Verhältnisse bestimmt wird, gehen die Elemente selbst erst aus einander hervor, die einen Zellen entstehen aus den anderen, neue aus bereits vorhandenen. Es besteht auch keine absolute Gleichheit unter den zusammenwirkenden Theilen jeder Gruppe, sondern es wiederholt sich auch hier die Erscheinung der Variabilität, aus welcher

beim Wachsthum im Zusammenhange mit dem Stoffwechsel ein heftiger Kampf der Theile entspringen muss. Es werden solche Theile, welche in diesem Kampfe in Bezug auf Ernährung und Productivität im Nachtheil sind, früher zu Grunde gehen als andere, welche als die functionell am meisten in Anspruch genommenen und daher am meisten begünstigten jene überdauern.

So besteht zunächst ein Kampf zwischen den Molecülen und ein solcher zwischen den Zellen, durch welchen Qualitäten gezüchtet werden, welche die Erscheinungen der functionellen Anpassung hervorzubringen vermögen und dem Organismus im Kampfe um's Dasein nützlich sind. Es besteht aber auch ein Kampf zwischen den Geweben und ein solcher zwischen den Organen untereinander, „welcher sowohl zur möglichsten Ausnützung des Raumes als zur Ausbildung eines der physiologischen Bedeutung der Theile für das Ganze entsprechenden morphologischen Gleichgewichtes führen musste". Während somit der Kampf der Theile die innere Zweckmässigkeit der Organismen und die grösste Leistungsfähigkeit seiner functionell angepassten Organe bedingt, regulirt der Kampf der Organismen um's Dasein die Zweckmässigkeit in den Beziehungen derselben zu einander und zur Aussenwelt.

Hiemit erscheint die Wirkung der Selection auch für die aus directer Anpassung entspringende Zweckmässigkeit dargethan und zur Erklärung der Bildungsgesetze verwerthet. So wesentlich aber auch das Princip durch diesen Nachweis an Bedeutung gewonnen hat, so bleibt dasselbe doch trotzdem auf das eines *Regulators* beschränkt, durch welchen alles Nachtheilige eliminirt, das Nützliche erhalten und gesteigert wird.

Selbst die Frage, ob nun für jede Form der Zweckmässigkeit die Möglichkeit der Zurückführung auf rein mechanisches Geschehen erwiesen sei, ist zur Zeit noch keineswegs beantwortet. Wenn auch sämmtliche Correlationen, welche zwischen verschiedenen Organen bestehen, durch die Wirkung des Kampfes der Gewebe und Organe als Folgen nothwendiger mechanischer Vorgänge zurückgeführt worden wären, so blieben noch immer eine grosse Reihe merkwürdiger Erscheinungen, vor Allem die der Neubildung und Reproduction von Organen bei niederen Thieren, zu erklären. Wollten wir dieselben auch im Sinne mechanisch nothwendigen Geschehens als erklärt voraussetzen, so würde doch *das grössere Problem über die innere Ursache der organischen Bildung und Entwicklung nach wie vor ungelöst erscheinen.*

Einige Forscher haben die Entstehung neuer, höher differenzirter Formen aus bereits vorhandenen tiefer stehenden Arten durch die Annahme einer sprungweise fortschreitenden Entwicklung erklären zu können geglaubt und diese Lehre an Stelle des von ihnen zurückgewiesenen Selectionsprincipes gestellt. Zur Begründung derselben sollten die erst in neuerer Zeit näher bekannt gewordenen Erscheinungen des Generationswechsels und der Heterogonie dienen. So wenig in Abrede gestellt werden kann,

dass für einzelne Fälle der Heterogonie in der That die Auflösung innerhalb des mehrere Generationen umfassenden Formencomplexes zu selbstständig neben einander bestehenden Arten geführt haben kann, so würde hiermit doch nicht im Entferntesten ein Ersatz für das, was Anpassung und Selection zur Erklärung der zweckmässigen Umgestaltungen zu leisten vermögen, gewonnen sein, um so weniger, als die Erscheinungen des Generationswechsels und der Heterogonie selbst einer Erklärung bedürfen, zu welcher wir erst mit Hilfe des Principes der Summirung verschwindend kleiner Abänderungen im Laufe der Generationen in den Lehren von der Anpassung (Lamarck) und natürlichen Zuchtwahl (Darwin) gelangen. Die von A. Kölliker nach Analogie der beiden Fortpflanzungsformen angenommene Entwicklung mittelst heterogener Zeugung, welche schon vor Kenntniss des Generationswechsels von einzelnen Naturforschern und Philosophen (Schopenhauer, Zeugung ex utero heterogeneo) gelehrt wurde, schliesst vielmehr als eine „im Plane der Entwicklung“ gelegene Fortbildung, die Verzichtleistung auf Erklärung in sich ein. Treu dem Grundsatze „Natura non facit saltum“ vermögen wir den Lehren von der heterogenen Entwicklung oder plötzlichen Umprägung (Heer) gegenüber ausschliesslich in dem langsamen und allmäligen Umbildungsprocess eine Erklärung des Artenwechsels zu finden und als Stützen derselben das Selectionsprincip im Vereine mit dem der functionellen Anpassung zu verwerthen; wenn dasselbe auch mit Rücksicht auf das grosse Räthsel der Entwicklung, das zu lösen verbleibt, nur einer „Planke“ verglichen werden kann, „welche den sonst rettungslos Versinkenden über Wasser trägt“.

Specieller Theil.

I. Thierkreis.

Protozoa, Urthiere.

Einzellige Organismen von geringer Grösse, mit mehr oder minder complicirten Differenzirungen innerhalb des Protoplasmaleibes, und vorwiegend ungeschlechtlicher Fortpflanzung.

Morphologisch stehen die Protozoen auf der Stufe der Zelle, deren Protoplasmaleib einen oder in Folge von Theilungen des ursprünglich einfachen Kernes mehrere Kerne enthält. Sie durchlaufen daher weder eine Eifurchung, noch eine durch die Anlage von Keimblättern bezeichnete Embryonalentwicklung. Als Leibessubstrat treffen wir überall das contractile, körnchenreiche, mit Vacuolen erfüllte Protoplasma (Sarcode) an, dessen Differenzirung aber eine ausserordentlich reiche werden und verschiedenen Functionen entsprechende Structuren zur Erscheinung bringen kann. Sehr oft findet sich im Protoplasma eine pulsirende Vacuole, das heisst ein mit heller Flüssigkeit erfüllter Raum, der sich durch Contraction des umgebenden Plasmas scheinbar zusammenzieht und verschwindet und später an derselben Stelle wieder erscheint.

Durch verschiedene, an Organe und Gewebe der Metazoen erinnernde Differenzirungen, sowie durch Modificationen in der äusseren Begrenzung und in der Ernährungsweise ergeben sich eine Reihe von Unterschieden im Baue, welche Anhaltspunkte zur Begründung der Gruppen geben. Im einfachsten Falle ist der gesammte Körper ein Sarcodeklümpchen, dessen Contractilität durch keine äussere feste Membran gebunden ist, welches bald in leichtem Flusse Fortsätze ausschickt und bereits gebildete wieder einzieht, bald bei zäherer Consistenz der Theile eine Anzahl haarförmiger Strahlen und Fäden aussendet *(Rhizopoden)*. Die Ernährung erfolgt durch Umfliessen fremder Körper, welche an jeder beliebigen Stelle der Körperperipherie von der protoplasmatischen Substanz aufgenommen werden können. In zahlreichen Fällen scheidet die in zarte Scheinfüsschen *(Pseudopodien)* ausstrahlende Leibesmasse kieselige und kalkige Nadeln, Gittergehäuse oder durchlöcherte Schalen aus, welche den Leib schützen und stützen *(Foraminiferen, Radiolarien)*. Bei den *Infusorien* dagegen wird der Sarcodeleib von einer äusseren Membran umgrenzt, welche durch den Besitz von schwin-

genden Wimpern, Haaren, Borsten etc. zu einer rascheren und mannigfaltigeren Locomotion befähigt. Die festen Nahrungskörper werden durch eine besondere Mundöffnung aufgenommen, während ihre Ueberreste nach der Verdauung durch eine Afteröffnung austreten.

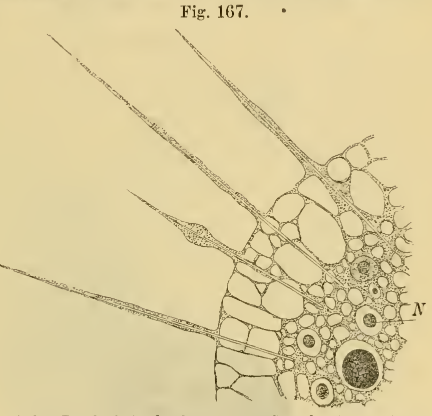
Von grosser Bedeutung für die Lebensäusserungen des Protoplasmaleibes erweist sich der *Kern*, welcher meist, und im jungen Organismus stets, in einfacher Zahl auftritt und sowohl für die Ernährung und Erhaltung als bei der Fortpflanzung durch Theilung eine wichtige Rolle spielt. Auch Verschmelzungen und Conjugationsvorgänge, welche letztere der digenen, durch Befruchtung vermittelten Fortpflanzung der Metazoen entsprechen, sind überaus verbreitet.

I. Classe. **Rhizopoda**[1], **Rhizopoden.**

Protozoen ohne äussere Umhüllungshaut, deren Leib Fortsätze ausstreckt und einzieht, in der Regel mit ausgeschiedenem Kalkgehäuse oder Kieselgerüst.

Die Substanz dieser Thiere, deren Gehäuse schon seit langer Zeit vor Kenntniss des lebenden Inhalts als *Foraminiferen* oder *Polythalamien* beschrieben waren, ist die *Sarcode* in freier, durch keine Umgrenzungshaut gebundener Form. Dieselbe ist körnchenreich, enthält Pigmente und entsendet feine fadenförmige Strahlen meist zähflüssiger Natur. Indessen können es auch breite, gelappte oder fingerförmige Fortsätze sein, durch welche sich die Leibesmasse in rasch fliessender Strömung fortbewegt. Dann unterscheidet man einen zäheren und hellen, homogenen Saum als peripherische Grenzlage *(Ectoplasma)* und eine mit Körnchen durchsetzte flüssigere Innenmasse *(Endoplasma)*. Die erstere er-

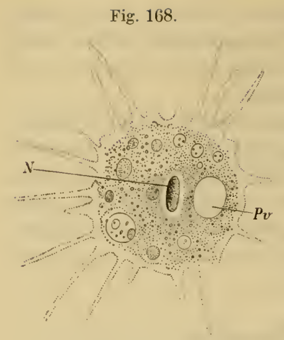
Fig. 167.



Optischer Durchschnitt durch ein Stück Sarcodeleib von *Actinosphaerium Eichhornii,* nach Hertwig und Lesser. *N* Nuclei in der Marksubstanz, von der sich die grossblasige Rindenschicht abhebt. Im Centrum der Pseudopodien sieht man den Achsenfaden.

[1]) Dujardin, Observations sur les Rhizopodes. Comptes rendus, 1835. Ehrenberg, Ueber noch jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abhandl. der Akad. zu Berlin 1839. Max Sigm. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien. Leipzig 1854. Joh. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren, 1858. E. Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin 1862. O. Bütschli, Protozoen, neu bearbeitet in Bronn's Classen und Ordnungen. 3 Bände, 1880—1889.

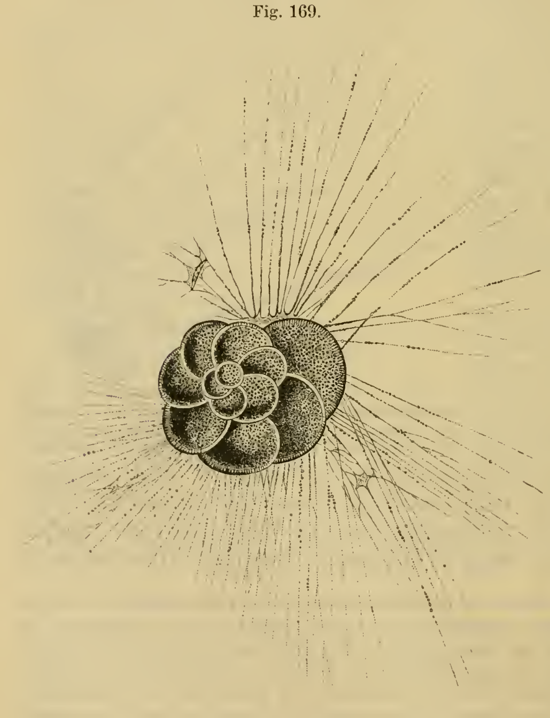
Fig. 168.



Amoeba (Dactylosphaera) polypodia, nach Fr. E. Schulze. *N* Nucleus, *Pv* pulsirende Vacuole.

hebt sich bei der Bewegung zuerst in Fortsätze, in welche die Körnchen der letzteren mehr oder minder rasch einströmen. An den zäheren Pseudopodien werden hingegen langsame, aber regelmässige Körnchenströmungen als Wanderungen von der Basis nach der Spitze und umgekehrt beobachtet, Bewegungen, deren Ursache in der Contractilität der umgebenden Sarcodetheilchen zu suchen ist (Fig. 167). Die Pseudopodien zeigen entweder eine Neigung zur Anastomosenbildung (Myxopodien) oder bleiben verhältnissmässig starr, fliessen nicht zu Netzen zusammen und werden dann oft von einem festern Axenfaden gestützt, der sich in das Innere des Sarcodeleibes fortsetzt (Axopodien). Bei den marinen Rhizopoden mit Myxopodien bleibt die Plasmamasse des Weichkörpers gleichmässig, und es besteht keine scharfe Grenze zwischen einem hyalinen Ectoplasma und körnigen Endoplasma. Auch ist das Vorkommen einer Geissel neben den Pseudopodien nicht ausgeschlossen, wie auch an Theilproducten nach vorausgegangener Encystirung die Pseudopodien geisselähnlich schwingen können. Nicht selten findet sich in der Sarcode ein

Fig. 169.

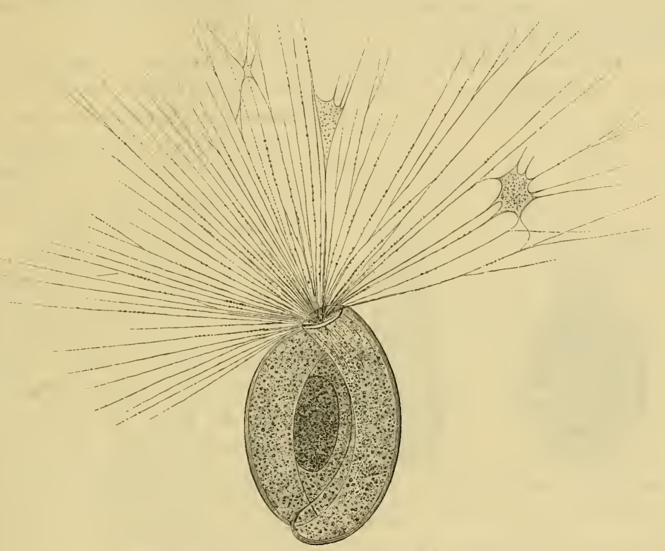


Rotalia veneta, nach M. Schultze, mit einer im Pseudopodiennetz aufgenommenen Diatomacee.

pulsirender Raum, *contractile Vacuole*, z. B. *Amoeba* (Fig. 168), *Difflugia, Actinophrys, Arcella.* Auch treten in der Sarcode ein oder mehrere Kerne auf, durch welche der morphologische Werth des Rhizopodenleibes als Zelle über allem Zweifel steht. Allerdings gibt es auch Formen, in deren Protoplasma es nicht gelang, Spuren eines Zellkernes aufzufinden. Indessen handelt es sich in solchen Fällen wohl nur um vorübergehende kernlose Entwicklungszustände, und es ist gewiss verfehlt, aus den kernlosen Rhizopoden eine besondere Ordnung als „*Moneren*" zu bilden.

Meistens scheidet die Substanz Skelette ab, entweder Kieselgebilde als feine Nadeln und hohle Stacheln, welche vom Centrum aus in gesetzmässiger

Fig. 170.



Miliola tenera mit Pseudopodiennetzen, nach M. Schultze.

Zahl und Anordnung nach der Peripherie gerichtet sind, oder gegitterte, oft Spitzen und Stacheln tragende Behälter *(Radiolarien),* oder Kalkskelette in Form einfacher und gekammerter Schalen mit fein durchlöcherter Wandung *(Foraminiferen)* und einer grösseren Oeffnung. Durch diese, sowie durch die zahlreichen Poren der kleinen Gehäuse treten die Pseudopodien nach aussen hervor (Fig. 169 und 170). Durch langsam kriechende Bewegungen auf festen Gegenständen vermitteln dieselben die Locomotion, während sie andererseits dadurch, dass sie kleine pflanzliche Organismen umfliessen und in sich einschliessen, zur Nahrungsaufnahme dienen. Bei den Gehäuse tragenden Formen geschieht die Aufnahme und Verdauung der Nahrungsstoffe ausserhalb der Schale in den peripherischen Fäden und Netzen.

Die Rhizopoden leben grösstentheils im Meere und tragen durch die Anhäufung ihrer Gehäuse zur Bildung des Meeressandes und zur Ablagerung selbst mächtiger Schichten bei, wie auch zahlreiche fossile Formen aus verschiedenen Formationen bekannt sind. Die in den sehr alten Gesteinen der laurentischen Formation Canada's entdeckten und als *Eozoon canadense* beschriebenen Gebilde, welche von mehreren Forschern für fossile Foraminiferen gehalten worden sind, dürften mit Organismen nichts zu thun haben und auf anorganische Differenzirungen zurückzuführen sein.

1. Ordnung.[1]) **Amoebina.**

Amöbenartige Rhizopoden des süssen Wassers, meist mit pulsirender Vacuole, bald nackt, bald mit einfacher Schale, mit vorwiegend fingerförmigen oder lappigen Pseudopodien.

Der Sarcodeleib zeigt meist einen zäheren homogenen Grenzsaum, der scharf von dem flüssigeren, körnchenreichen Plasma abhebt, in welchem der Kern liegt. Die Pseudopodien sind seltener zähere feine Ausstrahlungen (Fig. 171), meist fingerförmige Fortsätze (Fig. 172). Häufig ist eine chitinöse oder kieselige, fein sculpturirte Schale vorhanden. Sowohl Theilungs- als Verschmelzungs- und Conjugationsvorgänge sind an nackten und Gehäuse tragenden Formen beobachtet worden. Der Theilung, welche bei *Amoeba polypodia* durch alle Phasen verfolgt werden konnte, geht die Einschnürung des Kernes voraus. Derselbe wird hantelförmig und schnürt sich in zwei Kerne ab, dann folgt die Theilung des Plasmaleibes in zwei je einen Kern einschliessende Theilstücke. Bei Gehäuse tragenden Formen tritt, nach vorausgegangener Neubildung von kleinen uhrglasförmigen Schalenplättchen im Innern des Thieres, das Plasma in Form einer von jenen bedeckten Knospe aus der Mündung hervor *(Euglypha)*, bis die ausserhalb derselben befindliche Plasmamasse,

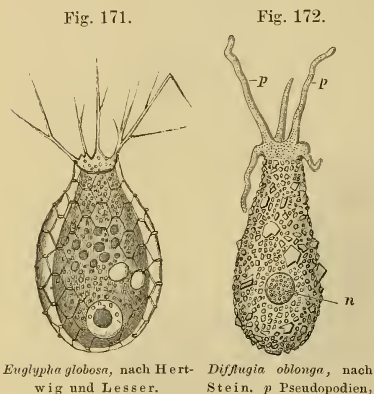


Fig. 171. *Euglypha globosa*, nach Hertwig und Lesser.

Fig. 172. *Difflugia oblonga*, nach Stein. *p* Pseudopodien, *n* Nucleus.

[1]) Ausser den Arbeiten von Dujardin, M. Schultze, Fr. E. Schulze, Hertwig, Lesser, Greeff u. A. vergl. A. Gruber, Der Theilungsvorgang bei Euglypha alveolata, die Theilung der monothalamen Rhizopoden, Untersuchungen über einige Protozoen, über Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Zeitschr. für wissensch. Zoolog., Tom. XXXV bis XXXVIII. F. Blochmann, Zur Kenntniss der Fortpflanzung von Euglypha alveolata. Morph. Jahrb., Tom. XIII, 1887. W. Schewiakoff, Ueber die karyokinetische Kerntheilung der Euglypha alveolata. Ebend., Tom. XIII, 1887.

von einer Schale umgeben, Volum und Gestalt des Mutterthieres erlangt hat. Inzwischen ist auch die Kerntheilung erfolgt und ein Tochterkern in das neugebildete Thier eingetreten, welches sich schliesslich vom Mutterthiere trennt. Auch Verschmelzungs- und Conjugationsvorgänge, welche auf eine Art geschlechtlicher Fortpflanzung hinweisen, sind bei *Euglypha* und *Arcella* beobachtet worden.

Unter den nackten Formen sind hervorzuheben: *Amoeba princeps* Ehrbg., *A. polypodia* M. Sch., *A. terricola* Greeff., *Petalopus diffluqiens* Clap. Lachm., *Pelomyxa polustris* Greeff. Ferner die parasitischen: *Amoeba coli* in Colon-Geschwüren des Menschen, *Haemamoeba malariae* Grassi, Blutamöbe des Wechselfiebers. Hier würde sich auch der vielbesprochene *Bathybius* Huxl. aus dem Tiefseeschlamme des atlantischen Oceans anschliessen, wenn derselbe wirklich ein lebender Organismus (und nicht Gypsniederschlag) wäre. *Arcella vulgaris* Ehrbg. mit hexagonal sculpturirter napfförmiger Schale, *Euglypha alveolata* Duj., *E. globosa* Cart. mit zähen, spitzen, dichotomisch verästelten Pseudopodien (Fig. 170), *Difflugia proteiformis* Ehrbg. mit flaschenförmiger, aus Sandpartikelchen gebildeter Schale (Fig. 171).

2. Ordnung. **Foraminifera**[1]) s. str. = **Rhizopoda.**

Theils nackte, theils Schalen tragende Rhizopoden, deren Schalen fast durchgehends aus Kalk bestehen und häufig von feinen Poren zum Austritt der Pseudopodien durchbrochen sind, ohne pulsirende Vacuolen.

Nur in seltenen Fällen hat die Substanz des Gehäuses eine kieselige Natur, bei allen anderen Formen ist dieselbe häutig und zuweilen unter Zuhilfenahme von Sandtheilchen aufgebaut oder besteht aus einer an organische Stoffe gebundenen Kalkablagerung. Die Schale ist entweder eine einfache *(Monothalamien)*, gewöhnlich mit einer grossen Oeffnung versehene Kammer, oder vielkammerig *(Polythalamien)*, d. h. aus zahlreichen, nach bestimmten Gesetzen aneinandergereihten Kammern zusammengesetzt, deren Räume durch feinere Gänge und grössere Oeffnungen oder Scheidewände untereinander communiciren. Auf diese Weise stehen die von den einzelnen Kammern umschlossenen Theile des lebendigen Sarcodeleibes durch Ausläufer und Brücken, welche durch die Gänge und Oeffnungen der Septa hindurchtreten, in unmittelbarem Zusammenhange. Die Wand der Kalkschale ist entweder undurchbohrt *(Imperforata)* oder von zahlreichen Poren durchsetzt *(Perforata)*. Die Beschaffenheit der Leibessubstanz mit ihren zu Netzen zusammenfliessenden Myxopodien, die Art der Bewegung und Ernährung schliesst sich eng an die als charakteristisch für die Ordnung geschilderten Verhältnisse an. Meist sind zahlreiche, aus dem ursprünglich

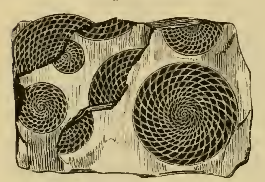
---

[1]) Ausser D'Orbigny, Max Schultze, l. c., vergl. W. C. Williamson, On the recent Foraminifera of Great Britain. London 1858. Carpenter, Introduction to the Study of the Foraminifera. London 1862. Reuss, Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen. Wien 1861. O. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss einiger marinen Rhizopoden. Morphol. Jahrbuch, Tom. XI, 1885. F. Schaudin, Untersuchungen an Foraminiferen. I. Calcituba polymorpha Roboz. Zeitschr. für wiss. Zoologie, LIX, 1895.

einfachen Kerne durch Theilung entstandene Kerne vorhanden, welche aus den älteren in die jüngeren Kammern überzutreten scheinen. Die Structur des Plasmas, an welchem keine Sonderung in Ecto- und Endoplasma nachweisbar, ist eine fein netzförmige oder besser wabige, an manchen Stellen fibrilläre. Auch können Algenzellen, Zooxanthellen, eingelagert sein *(Globigerina, Peneroplis).* Pulsirende Vacuolen scheinen durch Vacuolen vertreten zu sein, welche, in allmäliger Veränderung begriffen, ihre Gestalt wechseln und mit einander verschmelzen.

Eine Fortpflanzung wurde bei *Miliola, Rotalia, Polystomella, Calcituba* etc. beobachtet. Die erstere Form erzeugt aus dem Inhalt ihres Protoplasmaleibes einkammerige, die letztere dreikammerige Junge. Der Fortpflanzung geht stets eine Kernvermehrung voraus, und es zerfällt nach der Zahl der Kerne der Mutterkörper in Theilstücke, die zu jungen einkernigen Foraminiferen werden. Die Theilung des Weichkörpers, Formgestaltung und Schalenabsonderung kann innerhalb der Mutterschale oder ausser derselben erfolgen, zuweilen so, dass die fertigen Jugendformen als nackte Plasmodien aus der Schalenöffnung austreten und dann erst Form und Schale ausserhalb gewinnen *(Calcituba).* In anderen Fällen hat der Weichkörper des Mutterthieres vorher die Schale verlassen.

Fig. 173.



Nummulitenkalkstein mit Horizontaldurchschnitten von *N. distans*, nach Zittel.

Trotz der geringen Grösse beanspruchen die Schalen unserer einfachen Organismen eine nicht geringe Bedeutung, indem sie einestheils im Meeressande in ungeheuerer Menge angehäuft liegen (M. Schultze berechnete ihre Zahl für die Unze Meeressand vom Molo di Gaëta auf etwa $1^1/_2$ Millionen), anderentheils als Fossilien in verschiedenen Formationen, namentlich in der Kreide und in Tertiärbildungen gefunden werden und ein wesentliches Material zu dem Aufbau der Gesteine geliefert haben. Kieselige Steinkerne von Polythalamien finden sich schon im Silur. Die auffallendsten, durch ihre bedeutende Grösse hervorragenden Formen sind die *Nummuliten* (Fig. 173) in der mächtigen Formation des sogenannten Nummulitenkalkes (Pyrenäen). Ein Grobkalk des Pariser Beckens, welcher als vortrefflicher Baustein benützt wird, enthält die *Triloculina trigonula* (Miliolitenkalk).

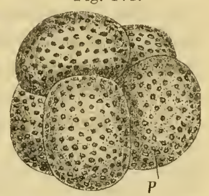
Die meisten Foraminiferen bewegen sich kriechend auf dem Meeresgrunde. Indessen werden Globigerinen und Orbulinen wohl auch flottirend angetroffen. Auch in sehr bedeutenden Tiefen ist der Meeresboden von einer reichen Formenfülle, besonders *Globigerinen,* bedeckt, deren Schalenreste zu fortdauernden Ablagerungen Anlass geben.

1. Imperforata. Mit häutiger oder kalkiger Schale, welche der feinen Poren entbehrt, dagegen an einer Stelle eine einfache oder siebförmige Oeffnung besitzt, aus welcher die Pseudopodien hervortreten. Hierher gehören die Familien der *Gromiden* mit häutiger,

chitiniger Schale: *Gromia oviformis* Duj. und *Milioliten,* Schale porzellanartig; *Cornuspira planorbis* M. Sch., *Miliola cyclostoma* M. Sch., *M. tenera* M. Sch. (Fig. 170), *Calcituba polymorpha* Roboz.

2. Perforata. Die meist kalkige Schale wird ausser von einer grösseren Oeffnung stets von zahlreichen, meist feinen Poren durchbrochen und enthält häufig in den Scheidewänden ihrer Kammern complicirte Gänge. Fam. *Lagenidae.* Gehäuse flaschenförmig, mit einer grösseren, von gezähneltem Lippenrande umgebenen Oeffnung: *Lagena vulgaris* Williamson. Fam. *Globigerinidae.* Die hyaline, von grossen Poren durchsetzte Schale mit einfacher schlitzförmiger Oeffnung: *Orbulina universa* D'Orb., *Acervulina* M. Sch. (Fig. 174), *Globigerina bulloides* D'Orb., *Rotalia* D'Orb., *Textularia* D'Orb., *Polystomella* Lam.

Fig. 174.



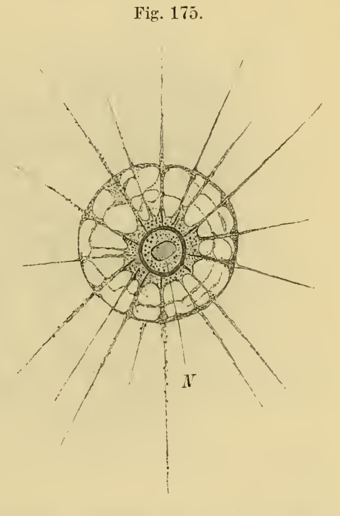
Skelet von *Acervulina globosa,* nach M. Schultze. *p* Poren.

Die bedeutendste Grösse erreichen die *Nummuliten* mit fester Schale und Zwischenskelet, welches von einem complicirten Canalsystem durchsetzt wird.

3. Ordnung. **Heliozoa**[1]), **Sonnenthierchen.**

Rhizopoden des süssen Wassers, meist mit pulsirender Vacuole, mit feinstrahligen Pseudopodien (Axopodien), einem oder mehreren Kernen, zuweilen mit radiärem Kieselskelet.

Fig. 175.



Junges, noch einkerniges *Actinosphaerium,* nach Fr. E. Schulze. *N* Nucleus.

Der meist in Entosark und Ectosark geschiedene Sarcodeleib entsendet nach allen Richtungen zähe, strahlenförmige Pseudopodien. Dieselben werden durch einen festeren, bis in den centralen Sarcodeleib hineinreichenden Axenfaden gestützt und sind mehr oder minder starr, nicht zu Netzbildungen befähigt *(Axopodien).* Die Skeletausscheidungen, wenn solche auftreten, bestehen aus radiär angeordneten Kieselstacheln *(Acanthocystis)* oder aus einem gegitterten Kieselgehäuse *(Clathrulina)* und schliessen so unmittelbar an die Skeletbildungen der Radiolarien an, dass man die Heliozoen geradezu als *Süsswasserradiolarien* bezeichnet hat. Indessen fehlt die als Centralkapsel bekannte Bildung. Kerne können ein

---

[1]) L. Cienkowski, Ueber Clathrulina. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. III, 1867. R. Greeff, Ueber Radiolarien und radiolarienähnliche Rhizopoden des süssen Wassers. Ebendaselbst Tom. V u. XI. R. Hertwig und Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Ebendaselbst Suppl. Tom. X, 1874. A. Brauer, Ueber die Encystirung von Actinosphaerium Eichhorni Ehrbg. Zeitschr. für wiss. Zool. LVIII, 1894. Ferner Archer und Fr. E. Schulze etc.

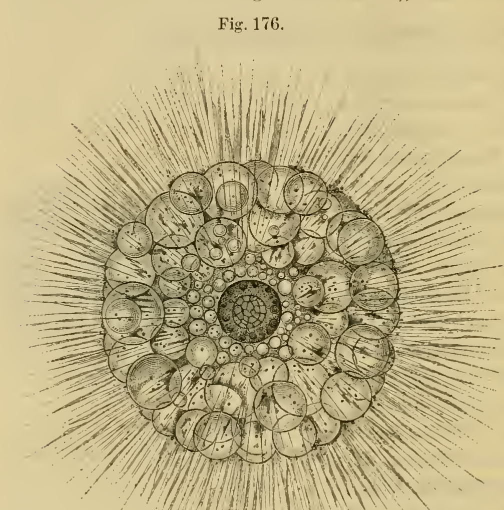
oder mehrere in der Centralmasse auftreten (Fig. 175). Ein wichtiger Unterschied beruht auf dem Vorkommen pulsirender Vacuolen, welche bei keinem marinen Radiolar beobachtet worden sind.

Die Fortpflanzung erfolgt häufig durch Theilung, zuweilen nach vorausgegangener Cystenbildung *(Actinosphaerium)*. Auch eine Vermehrung durch Geisseln tragende Schwärmer wurde nachgewiesen *(Clathrulina)*. Nicht selten verschmelzen mehrere Individuen zu conjugirten Verbänden.

Fam. *Actinophryidae*. Kieselausscheidungen fehlen. *Actinosphaerium Eichhornii* Ehrbg. Die Centralsubstanz umschliesst zahlreiche Kerne. *Actinophrys sol* Ehrbg. von geringerer Grösse, mit einem centralen Kern. Fam. *Acanthocystiden* mit Kieselstacheln und Nadeln. *Acanthocystis spinifera* Greeff. Fam. *Clathruliniden*. Mit gegitterter Kieselschale. Leib gestielt. *Clathrulina elegans* Cienk.

4. Ordnung. **Radiolaria** [1]), **Radiolarien.**

Fig. 176.



Thalassicolla pelagica mit Centralkapsel und Binnenblase, sowie mit zahlreichen Alveolen im Mutterboden des Protoplasmaleibes, nach E. Haeckel.

Marine Rhizopoden mit Centralkapsel und radiärem Kieselskelet ohne pulsirende Vacuole.

Der Sarcodeleib enthält eine häutige, von Poren durchsetzte Kapsel *(Centralkapsel)*, in welcher ein zähes Protoplasma mit Bläschen und Körnchen *(intracapsuläre Sarcode)*, ferner Fetttropfen und Oelkugeln, Eiweisskörper, seltener Krystalle und Concretionen, zuweilen auch noch eine zweite innerste, dünnwandige Blase *(Binnenblase)* eingebettet liegen. Diese repräsentirt den Kern, welcher jedoch auch

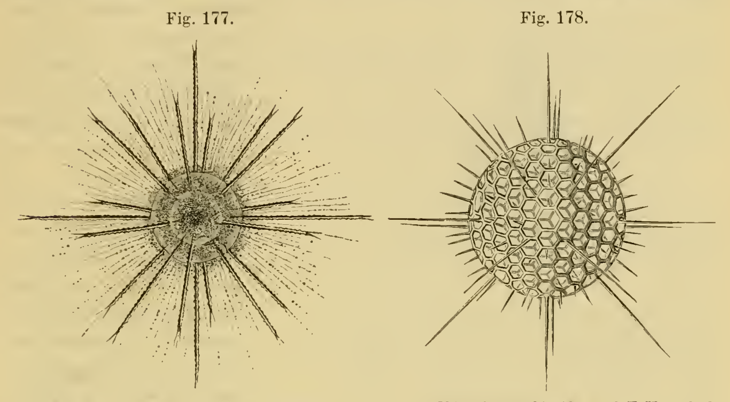
---

[1]) Joh. Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren. Abhandl. der Berl. Akad. 1858. E. Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin 1862. O. Bütschli, Beitrag zur Kenntniss der Radiolarienskelette, insbesondere der Cyrtida. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXVI, 1881. R. Hertwig, Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879. K. Brandt, Die Colonie bildenden Radiolarien des Golfes von Neapel. Berlin 1885. E. Haeckel, Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger. London 1887.

durch zahlreiche kleine homogene Kerne vertreten sein kann. In der extracapsulären Sarcode, welche nach allen Seiten in zähflüssige, oft von Axenfäden gestützte Pseudopodien mit Körnchenbewegung ausstrahlt, finden sich gewöhnlich zahlreiche gelbe Zellen (symbiotisch lebende *Zooxanthellen*), zuweilen auch Pigmenthaufen und in einzelnen Fällen wasserhelle dünne Blasen, *Alveolen*, letztere meist als peripherische Zone zwischen den ausstrahlenden Pseudopodien eingelagert *(Thalassicolla pelagica)* (Fig. 176).

Der extracapsuläre Leib steht durch Oeffnungen der Centralkapselwand mit der intracapsulären Sarcode in Verbindung und kann von dieser aus regenerirt werden. Die Wand der Centralkapsel ist entweder von sehr zahlreichen und feinen Poren im ganzen Umkreis durchsetzt *(Peripylaria)*, oder es sind die Poren auf ein begrenztes Feld beschränkt *(Monopylaria)*,

Fig. 177. Fig. 178.



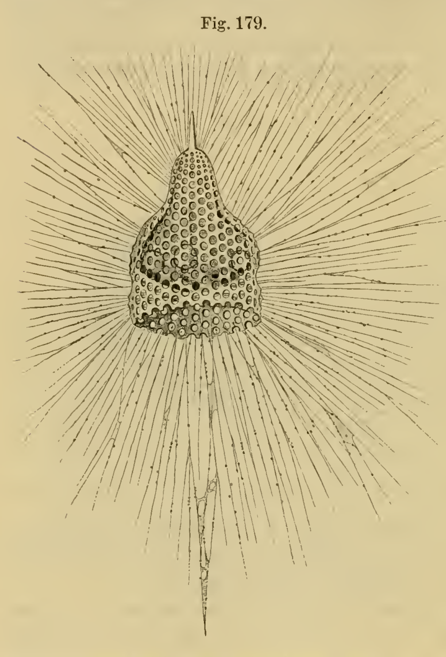
Acanthometra Mülleri, nach E. Haeckel. Skelet von *Heliosphaera echinoides*, nach E. Haeckel.

oder endlich es bestehen nur wenige (meist drei) grössere Oeffnungen in der Centralkapselwand *(Tripylaria)*, Unterschiede, die in neuerer Zeit zur Eintheilung benutzt wurden. Pulsirende Vacuolen fehlen.

Viele Radiolarien sind colonienbildend und aus zahlreichen Einzelkörpern zusammengesetzt. Bei diesen herrschen die Alveolen in dem gemeinsamen Mutterboden vor, welcher nicht wie bei den monozoischen Radiolarien eine einfache Centralkapsel, sondern zahlreiche Kapseln *(Nester)* in sich birgt. Nur wenige Arten bleiben nackt und ohne feste Einlagerungen, in der Regel steht der Weichkörper mit einem aus soliden oder hohlen Kieselnadeln oder einem aus einer organischen Substanz, dem Acanthin *(Acanthometridae)*, aufgebauten Skelet in Verbindung, welches entweder ganz ausserhalb der Centralkapsel liegt *(Ectolithia)*, oder wie bei den aus Acanthin bestehenden Stäben in das Innere derselben hineinragt (*Entolithia* [Fig. 177]). Im einfachsten Falle besteht das Skelet aus kleinen vereinzelten, einfachen oder gezackten Kieselnadeln *(Spicula)*, die zuweilen

um die Peripherie des Mutterbodens ein feines Schwammwerk zusammensetzen, z. B. *Physematium;* auf einer höheren Stufe treten stärkere hohle Kieselstacheln auf, welche, radiär gestellt, in gesetzmässiger Zahl und Anordnung nach der Peripherie ausstrahlen; zu diesen kann sich ein feines peripherisches Nadelgerüst hinzugesellen; in anderen Fällen finden sich einfache oder zusammengesetzte Gitternetze und durchbrochene Gehäuse von äusserst mannigfacher Gestalt (von Helmen, Vogelbauern, Schalen etc.), auf deren Peripherie sich Spitzen und Nadeln, oft wieder durch concentrische Schalen ähnlicher Form verbunden, erheben können, z. B. *Polycystinen* (Fig. 178 u. 179). Ueber die *Fortpflanzung* ist bislang nur Weniges bekannt. Ausser der Theilung wurde die Bildung von Keimen beobachtet. Auch diese gehen aus dem Inhalt der Centralkapsel hervor und werden nach Platzen derselben als Schwärmer frei. Die mit Geisseln ausgestatteten Schwärmzellen (Schwärmsporen) bilden sich unter Betheiligung von Theilproducten des Kernes und entwickeln sich im Freien zu einem Radiolar. Auch Mikrosporen und Makrosporen werden beobachtet, welche wahrscheinlich eine Art Conjugation eingehen, die bei den Colonien bildenden Polycyttarien vorkommt und mit der Theilung des Kernes innerhalb der Centralkapsel beginnt, dann auf diese fortschreitet.

Fig. 179.



Eucyrtidium cranoides, nach E. Haeckel.

Die Radiolarien sind Meeresbewohner und flottiren an der Oberfläche, vermögen aber auch in tiefere Schichten zu sinken, wie denn manche Formen *(Phaeodarien)* in der grössten Meerestiefe gefunden werden.

Auch fossile Radiolarienreste sind durch Ehrenberg in grosser Zahl bekannt geworden, z. B. aus dem Kreidemergel und Polirschiefer von einzelnen Küstenpunkten des Mittelmeeres (Caltanisetta in Sicilien, Zante und Aegina in Griechenland), besonders aus Gesteinen von Barbados und den Nikobaren, wo die Radiolarien weit ausgedehnte Felsbildungen ver-

anlasst haben. Ebenso haben sich Proben von Meeressand aus sehr bedeutenden Tiefen reich an Radiolariengehäusen erwiesen.

Während man früher nach dem Vorgange Joh. Müller's die Radiolarien in monozoische und polyzoische *(Polycyttaria)* eintheilte und unter jenen die *Thalassicollen, Polycystinen* und *Acanthometren*, unter den Polycyttaria die *Sphaecozoen, Collozoen* und Collosphaeren unterschied, legt man bei der gegenwärtigen Eintheilung auf die Beschaffenheit der Porengruppen in der Centralkapselwand und auf das Verhalten der Stachelstrahlen den bestimmenden Werth und unterscheidet folgende Gruppen:

1. Peripyleen (Spumellarien). Membran der Centralkapsel allseitig durchbohrt. Skelet fehlt oder wird durch ein spongiöses Netzwerk oder Gitterkugeln mit den Bindungsstäben und Stacheln gebildet. *Thalassicolla pelagica* E. Haeck. (Fig. 176). *Sphaerozoum punctatum* Joh. Müll., *Collozoum inerma* E. Haeck., *Physematium Mülleri* Schn.

2. Acantharien. Membran der Centralkapsel allseitig durchbohrt. 20 radiale aus Acanthin bestehende Stacheln durchbohren die Centralkapsel. *Acanthometra pellucida* Joh. Müll., *A. Mülleri* E. Haeck. (Fig. 177).

3. Monopyleen (Nassellarien). Nur ein Porenfeld an einem Ende der Centralkapselwand. Skelet meist helmförmige und käfigähnliche Gittergehäuse. *Eucystidium galea* E. Haeck., *E. cranioides* E. Haeck. (Fig. 179).

4. Phaeodarien. Centralkapsel mit einer von Pigment umlagerten Hauptöffnung und kleineren Nebenöffnungen. Skelet aus hohlen Einzelnadeln gebildet. *Aulacantha scolymantha* E. Haeck.

II. Classe. Infusoria[1]), Infusorien.

Protozoen von bestimmter Form, mit Geisseln besetzt oder von Cilien bekleidet, mit Mundöffnung, pulsirender Vacuole und einem oder mehreren Kernen.

Die Infusorien wurden gegen Ende des 17. Jahrhunderts von A. von Leeuwenhoek, welcher sich zur Untersuchung kleiner Organismen der Vergrösserungsgläser bediente, in einem Gefässe mit stehendem Wasser entdeckt. Der Name Infusionsthierchen kam jedoch erst im Laufe des vorigen Jahrhunderts durch Ledermüller und Wrisberg in Gebrauch, ursprünglich zur Bezeichnung aller kleinen, nur mit Hilfe des Mikroskops erkennbaren Thierchen, welche in Aufgüssen (Infusionen) auftreten. Später machte sich um die Kenntniss der Infusorien der dänische Naturforscher O. Fr. Müller verdient, welcher sowohl die Conjugation derselben, als ihre Fortpflanzung durch Theilung und Sprossung beobachtete und die erste systematische Bearbeitung gab. Freilich fasste auch O. Fr. Müller ein viel

[1]) Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen, 1838. Balbiani, Études sur la reproduction des Protozoaires. Journ. de la Phys., Tom. III. Derselbe, Recherches sur les phénomènes sexuels des Infusoires. Ebendaselbst, Tom. IV. Claparède und Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. 2 vol. Génève 1858—1861. E. Haeckel, Zur Morphologie der Infusorien. Jen. Zeitschr., Tom. VII, 1873. O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankfurt 1876. Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. 3 Theile. Leipzig 1859—1883. W. Schewiakoff, Beiträge zur Kenntniss der holotrichen Ciliaten. Bibliotheca zoologica. Heft 5, 1889.

grösseres Gebiet von Formen zusammen als wir heutzutage, indem er alle rückenmarklosen, der gegliederten Bewegungsorgane entbehrenden Wasserthierchen von mikroskopischer Grösse zu den Infusorien stellte.

Mit Ehrenberg's umfassenden Untersuchungen beginnt für die Kenntniss der Infusorien ein neuer Abschnitt. Das Hauptwerk dieses Forschers: *„Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen“* deckte einen kaum geahnten Reichthum von Organismen auf, welche unter sehr starker Vergrösserung beobachtet und abgebildet waren. Noch jetzt ist eine nicht geringe Zahl der Ehrenberg'schen Abbildungen mustergiltig und kaum von anderen späteren Darstellungen übertroffen, allein die Deutung der beobachteten Verhältnisse hat durch die neueren Untersuchungen wesentliche Berichtigungen erfahren. Auch Ehrenberg fasste das Gebiet in zu grosser Ausdehnung, indem er nicht nur die niedersten Pflanzen, wie *Diatomaceen, Desmidiaceen,* als *Polygastrica anentera* heranzog, sondern auch die viel complicirter organisirten *Rotiferen* aufnahm. Indem er die Organisation dieser letzteren zur Basis seiner Deutungen wählte, wurde er bei dem Principe, überall eine gleich vollendete Organisation nachzuweisen, durch unglückliche Analogien zu zahlreichen Irrthümern verleitet. Ehrenberg schrieb den Infusorien Mund und After, Magen und Darm, Hoden und Ovarien, Nieren, Sinnesorgane und ein Gefässsystem zu, ohne für die Natur dieser Organe Beweise geben zu können. Gar bald machte sich denn auch ein Rückschlag in der Auffassung des Infusorienbaues geltend, indem sowohl der Entdecker des Rhizopodenleibes, Dujardin, als v. Siebold und Kölliker, Letztere mit Rücksicht auf den *Nucleus* und sog. *Nucleolus,* den Körper der Infusorien auf die einfache Zelle zurückführten. Durch die nun folgenden Arbeiten von Stein, Claparède, Lachmann und Balbiani sind allerdings zahlreiche Differenzirungen nachgewiesen worden, welche sich jedoch sämmtlich auf Sonderungen innerhalb des Zellenleibes zurückführen lassen. Dazu kommt die durch O. Bütschli erwiesene Uebereinstimmung in den Theilungsvorgängen mit jenen der Zelle, sowie die nahe Beziehung der bei der Conjugation auftretenden Vorgänge zu denen der Befruchtung der Eizellen der Metazoen.

Die äussere Körperumgrenzung stellt meist eine glashelle zarte Membran dar, deren Oberfläche mit schwingenden und beweglichen Anhängen mancherlei Art in regelmässiger Anordnung bekleidet wird. Bei den einfacheren Infusorien, den *Flagellaten,* finden sich nur eine oder zwei schwingende Geisseln vor, bei den höher differenzirten *Ciliaten* meist ein reicher Cilienbesatz. Je nach der verschiedenen Stärke der äusseren Hülle, die übrigens zuweilen überhaupt nicht als gesonderte Membran nachweisbar ist, sowie nach dem verschiedenen Verhalten des peripherischen Parenchyms erhalten wir *metabolische, formbeständige* und *gepanzerte* Formen. Seltener scheidet die äussere Körperoberfläche eine zarte, als Gehäuse abgehobene Cuticularbildung aus.

Wenn man die einfacher organisirten, Geisseln tragenden Flagellaten, welche zahlreiche Beziehungen und Uebergangsformen zu Algen und Pilzen bieten, nicht aus dem Bereiche der Infusorien entfernen will, so wird man die letzteren in die beiden Hauptgruppen der *Ciliaten* und *Flagellaten* eintheilen können.

I. Unterclasse. **Flagellata**[1]) = **Mastigophoren, Geisselträger.**

Infusorien von geringer Grösse mit einer oder zwei meist mundständigen Geisseln, mit einfachem Nucleus.

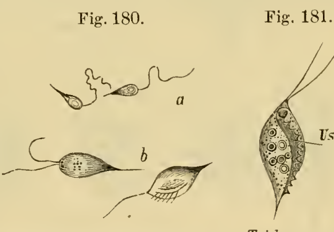
Die Flagellaten sind Infusorien, deren Bewegungsorgane von einer oder mehreren peitschenförmigen Wimperkerzen gebildet werden, wie wir sie schon bei einzelnen Rhizopoden, besonders im Schwärmzustande kennen lernten. Durch das Eintreten in einen Ruhezustand schliessen sie sich ebenso wie in ihrer Ernährungsart gewissen Pilzen und Algen an.

Was Anlass gibt, die Flagellaten für Protozoen zu erklären, ist die vollkommene Contractilität des Körpers, in der sie freilich die Schwärmzustände der Myxomyceten nicht übertreffen, sodann die Contractilität der Geisseln, die scheinbar zweckmässige und willkürliche Bewegung, das Vorkommen *contractiler Vacuolen* und, wie für zahlreiche Fälle constatirt ist, *die Aufnahme körperlicher Elemente durch eine am Grunde der Geissel gelegene Oeffnung* in das Innere des Körpers.

I. Ordnung. *Euflagellata.*

1. Die *Monadinen,* vorwiegend mehr oder minder amöboide Fäulnissinfusorien, welche von den häufig als Pilze betrachteten Monaden schwer abzugrenzen sind. Sie pflanzen sich durch Quertheilung fort, sodann durch Keimbildung im Zustand der Encystirung, welcher bei manchen Formen eine Conjugation vorauszugehen scheint. Viele haben einen pseudopodienbildenden Zustand (*Ciliophrys infusionum* Cnk., *Mastigamoeba aspera* Sch.). Die bekanntesten Gattungen sind *Cercomonas* Duj. und *Trichomonas* Donné, von denen die erstere durch den Besitz eines Schwanzfadens charakterisirt wird, während *Trichomonas* neben der oft zweifachen Geissel einen undulirenden Flimmersaum trägt (Fig. 180 und 181). Sie leben vorwiegend im Darm von Wirbelthieren, aber auch von Wirbellosen. Im Menschen sind gefunden: *Cercomonas intestinalis* Lambl und *Trichomonas vaginalis* Donné.

Fig. 180. Fig. 181.



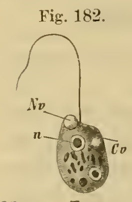
a Cercomonas intestinalis, b Trichomonas vaginalis, nach R. Leuckart.

Trichomonas Batrachorum, nach Stein. *Us* undulirender Saum.

[1]) Ausser Ehrenberg, Claparède und Lachmann, l. c., vergl. Stein, Organismus der Infusionsthiere, Tom. III, 1878—1883. O. Bütschli, l. c., ferner Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXX. Dallinger and Drysdale, Researches on the life history of the Monads. Monthly microsc. Journ., Tom. X—XIII. S. Kent, A. Manual of Infusoria. London 1880—1882.

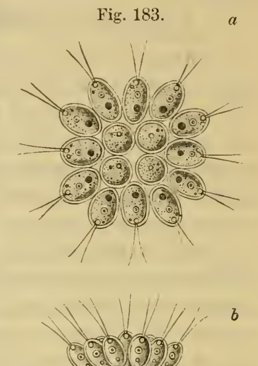
Die von den *Monadinen* nicht scharf zu scheidenden *Monaden*[1]) sens. str. sind einfache chlorophyllfreie Zellen, deren Schwärmsporen meistens in Amöbenzustand übergehen und dann, nach aufgenommener Nahrung, in einen durch den Besitz einer derben Zellmembran charakterisirten Ruhezustand eintreten. Eine Anzahl derselben *(Monas, Pseudospora, Colpodella)*, die sogenannten *Zoosporeen*, sind bewimperte Schwärmer ganz vom Aussehen der Myxomycetenschwärmer, welche mit Ausnahme von *Colpodella* zu kriechenden, spitze Pseudopodien treibenden Amöben auswachsen. Man könnte dieselben auch schlechthin als kleine Plasmodien betrachten, zumal da bei *Monas amyli* mehrere Schwärmer zur Bildung der Amöben zusammenfliessen. Dann nehmen sie — bei *Colpodella* ohne zuvor in Amöbenzustand einzutreten — Kugelform an, während ihre Oberfläche eine Membran bildet, und zerfallen innerhalb der Cyste durch Theilung des Protoplasmas in eine Anzahl von Segmenten, welche ausschlüpfen und als Schwärmer den Entwicklungsgang wiederholen. *Colpodella pugnax* auf *Chlamydomonas, Pseudospora volvocis.*

Fig. 182.



Oikomonas Termo, nach Bütschli. *n* Nucleus, *Cv* contractile Vacuole, *Nv* Nahrung aufnehmende Vacuole (Mundvacuole).

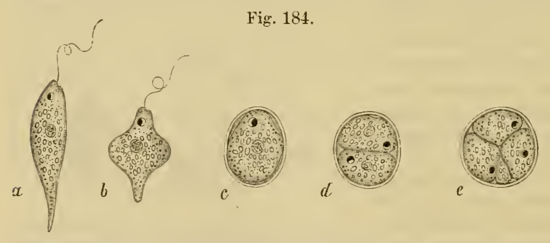
Fig. 183.



Gonium pectorale, nach Stein. *a* Colonie von oben, *b* von der Seite gesehen.

Andere Monaden, die sog. *Tetraplasten (Vampyrella, Nuclearia)*, entbehren des Schwärmezustandes, dagegen erzeugt das Protoplasma des encystirten Ruhestadiums durch Zwei- oder Viertheilung ebensoviel actinophrysartige Amöben, welche theils wie *Colpodella* aus Algenzellen (Spirogyren, Oedogonien, Diatomaceen etc.) ihre Nahrung aussaugen, theils fremde Körper umfliessen. In Nahrungsweise und Bewegungsart schliessen sich die Monaden den Rhizopoden, aber auch niederen Pilzformen wie Chytridium an, in dem gesammten Entwicklungscyklus stimmen sie am meisten mit einzelligen Algen und Pilzen überein, obwohl die Analogie zum Entwicklungsvorgange mancher Infusorien, *Amphileptus*, nicht von der Hand zu weisen ist. Eine etwas abweichende Entwicklung und Cystenbildung zeigt die Cienkowski'sche *Spumella vulgaris*, welche feste Nahrung aufnimmt (mit Hilfe der Nahrungsvacuole) und an einem Faden festsitzt, ebenso die *Chromulina nebulosa* Cnkwsk. und *ochracea* Ehrbg. *Oikomonas Termo* Ehrbg. (Fig. 182).

Fig. 184.



Euglena viridis. a, b frei schwärmend in verschiedenem Contractionszustande, *c* bis *e* encystirt und in Theilung begriffen, nach Stein.

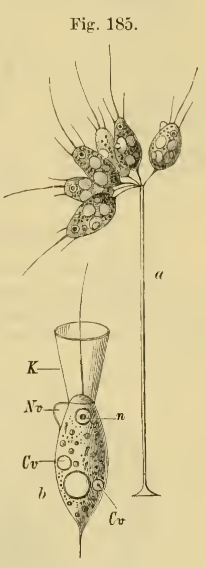
2. Eine den Algen *(Protococcaceen)* nahe verwandte Gruppe ist die der *Volvocinen*. Dieselben repräsentiren Colonien durch gemeinsame Gallerte vereinigter Zellen, deren Cellulosekapsel im Ruhezustand, Ausscheidung von Sauerstoff, Reichthum an Chlorophyll, sowie an

[1]) L. Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. I, 1865. Derselbe, Ueber Palmellaceen und einige Flagellaten. Ebendaselbst, Tom. VI, 1870.

pflanzlichen roth oder braun gefärbten Oelen sie den Algen nahe verwandt erscheinen lässt. Während des freien Umherschwärmens besitzen sie die Fähigkeit der Fortpflanzung, indem einzelne Zellen Tochtercolonien innerhalb der Muttercolonie werden. Auch eine geschlechtliche Fortpflanzung (Conjugation) wurde nachgewiesen; einige der Zellen vergrössern sich und zerfallen in zahlreiche, den Samenkörpern entsprechende Mikrogonidien, andere wachsen zu grossen Eizellen aus, welche von den ersteren befruchtet werden, sich dann mit einer Kapsel umgeben und als grosse sternförmige Zellen zu Boden sinken. Bei *Volvox* erscheinen nur bestimmte Zellen zur Fortpflanzung tauglich, und es ist bereits der Gegensatz von somatischen und Fortpflanzungszellen ausgesprochen. Von den bekanntesten Volvocinen sind hervorzuheben: *Volvox globator* (Kugelcolonien sehr zahlreicher Individuen, die durch feine Plasmafäden verbunden sind), *Gonium pectorale* (tafelförmige Colonien aus 16 Individuen gebildet) (Fig. 183), *Stephanosphaera pluvialis*.

3. Die *Astasiaeen*[1]) sind contractile einzellige *Flagellaten*, welche sich in ihren Lebenserscheinungen den *Volvocinen* anschliessen, jedoch feste Nahrungskörper aufnehmen. Auch während des Ruhezustandes pflanzen sie sich durch Theilung innerhalb der Cellulosekapsel fort, während zugleich ein Farbenwechsel eintritt. Die bekannteste Gattung ist *Euglena*, nach Stein mit Mundöffnung und Schlundröhre. Sie scheiden im Ruhezustand eine Kapsel aus und zerfallen in Theilstücke, die ausschwärmen (Fig. 184). *Euglena viridis, E. sanguinolenta.* Eine andere Gattung, ebenfalls mit einer Mundöffnung, ist *Astasia* Ehrbg., *A. trichophora* Ehrbg. mit abgerundetem Hinterende und sehr langer Geissel am schief abgestutzten Vorderende.

Fig. 185.



Codosiga Botrytis, nach Bütschli. *a* Colonie, *b* ein Individuum, *K* Kragen, *n* Nucleus, *Cv* contractile Vacuolen. *Nv* Nahrung aufnehmende Vacuole.

II. Ordnung. *Choanoflagellata (Cylicomastiges)*, Kelchgeissler.

Mit protoplasmatischen, contractionsfähigen, die Basis der Geissel umgebenden Kragen, welcher dem Kragen an den Entodermzellen der Spongien entspricht (daher Clark die Spongien als nächste Verwandte der Flagellaten betrachtete) und mit Nahrungsvacuole, an welche Fremdkörper durch die Schwingungen der Geissel herangeworfen werden. *Codosiga Botrytis* Ehrbg., coloniebildend (Fig. 185), mit Kern und contractiler Vacuole; *Salpingoeca Clarkii* Bütsch., mit Gehäuse. *Phalansterium* Cnk., mit rudimentärem Kragen und Schleimröhre, coloniebildend.

III. Ordnung. *Dinoflagellata (Cilioflagellaten).*[2])

Dieselben zeichnen sich ausser der Längsgeissel durch den Besitz einer Geissel aus, welche in einer queren Furche des Hautpanzers liegt (Fig. 186 und 187). Die hierher ge-

---

[1]) G. Klebs, Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Tübingen 1883.

[2]) R. S. Bergh, Der Organismus der Cilioflagellaten. Morph. Jahrb., Tom. VII, 1881. Fr. Stein, Der Organismus der Infusorien. Tom. III. Leipzig 1878—1883. Bütschli, Einige Bemerkungen über gewisse Organisationsverhältnisse der sog. Cilioflagellaten und der Noctiluca. Morph. Jahrb. X, 1885. Fr. Schütt, Ueber die Sporenbildung mariner Peridinien. Bericht der deutsch. bot. Gesellschaft. Berlin 1887.

hörigen *Peridinien,* zum Theil von absonderlicher Gestalt mit grossen hornförmigen Fortsätzen der Schale, schliessen sich, soweit ihre Entwicklung bekannt geworden ist, am nächsten den *Euglenen* an. In einer Einsenkung liegt der Mund, zuweilen mit einer Art Speiseröhre, an deren Ende die Nahrungstheile in eine Vacuole gerathen. Ausser den beweglichen und gepanzerten Formen gibt es auch Zustände ohne Locomotionsorgane und Schale, ferner encystirte Zustände, in deren Innern eine Menge kleiner Jugendformen ihren Ursprung nehmen sollen. *Glenodinium cinctum* (Fig. 186), *Ceratium cornutum* Ehrbg., *Peridinium tabulatum* Ehrbg.

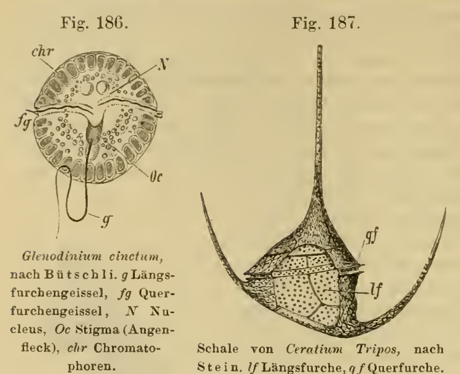


Fig. 186.

Glenodinium cinctum, nach Bütschli. *g* Längsfurchengeissel, *fg* Querfurchengeissel, *N* Nucleus, *Oc* Stigma (Augenfleck), *chr* Chromatophoren.

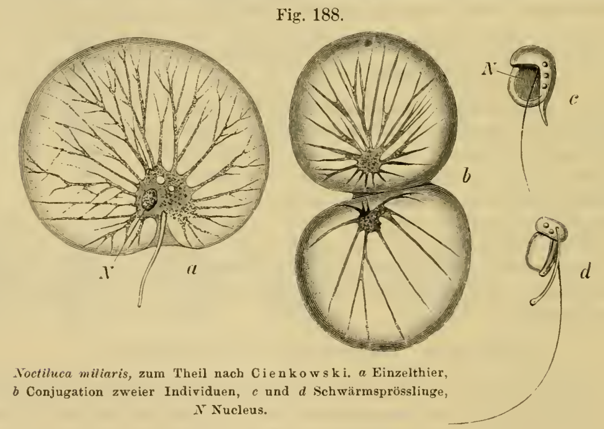
Fig. 187.

Schale von *Ceratium Tripos,* nach Stein. *lf* Längsfurche, *qf* Querfurche.

IV. Ordnung. *Cystoflagellata* oder *Noctiluken.*[1])

Meeresbewohner mit pfirsichförmigem, von fester Haut umgrenztem Leibe, welcher einen tentakelförmigen Anhang trägt. An der Basis desselben findet sich eine rinnenförmige Einbuchtung mit der Mundöffnung nebst zahnartigem Vorsprung und zarter schwingender Geissel, neben der ein tentakelförmiger Anhang entspringt. Der Weichkörper besteht aus

Fig. 188.



Noctiluca miliaris, zum Theil nach Cienkowski. *a* Einzelthier, *b* Conjugation zweier Individuen, *c* und *d* Schwärmsprösslinge, *N* Nucleus.

Protoplasma, welches einen glashellen *Nucleus* umschliesst und in der Peripherie zwischen hyaliner Flüssigkeit zahlreiche Stränge und anastomosirende Fäden mit Körnchenströmung nach der Innenseite der Haut entsendet, wo dieselben durch feine Netze verbunden sind. Die contractile Substanz erstreckt sich auch in den tentakelförmigen Anhang hinein und nimmt hier ein quergestreiftes Ansehen an (Fig. 188). Als Nahrung werden thierische und pflanzliche Organismen oft von relativ bedeutender Grösse (Copepoden) aufgenommen.

---

[1]) L. Cienkowski, Ueber Noctiluca miliaris. Archiv für mikrosk. Anatomie, 1871 und 1872.

Die Fortpflanzung erfolgt durch Theilung (Brightwell), unter Betheiligung des Nucleus. Eine zweite Vermehrungsart geschieht nach vorausgegangener Conjugation durch vorsprossende Keime (Zoosporen). Durch Einziehen der Geissel und des Tentakels gestaltet sich die *Noctiluca* in eine glatte Kugel um. Nach der Trennung beider Individuen zerfällt der Sarcodeinhalt in zwei bis vier nicht scharf von einander gesonderte Klumpen, denen entsprechend sich die Blasenwand in ebensoviel flügelförmige Ausstülpungen hervortreibt. Diese bilden zahlreiche Hügel und warzenförmige Erhebungen, die Anlagen von Sprösslingen (Zoosporen), welche sich tiefer von der Blasenwand abschnüren, während der Noctilukenkörper die Gestalt einer Scheibe gewinnt. Die Hügel und Warzen entstehen also auf Kosten des protoplasmatischen Inhalts der Scheibe, der sich mit der Bildung der Sprösslinge mehr und mehr erschöpft. Dieselben schnüren sich von der Blase ab und werden als kleine Schwärmer mit Nucleus und cylindrischem Anhange frei, um sich wahrscheinlich unter noch nicht näher beobachteten Umgestaltungen zur Noctilukenform auszubilden.

Die *Noctiluken* verdanken ihren Namen dem Leuchtvermögen, welches sie freilich mit zahlreichen Seethieren, wie Quallen, Pyrosomen etc., theilen. Das Licht geht von der peripherischen Protoplasmaschicht aus. Unter geeigneten Bedingungen steigen sie aus der Tiefe an die Oberfläche des Meeres in so ungeheurer Menge empor, dass die Meeresoberfläche auf weite Strecken hin einen röthlichen Schein gewinnt, nach Sonnenuntergang aber und vornehmlich schön am Abend bei bedecktem Himmel die prachtvolle Erscheinung des Meerleuchtens bietet. Die in der Nordsee und im Atlantischen Ocean verbreitete Art ist *N. miliaris*. Nahe verwandt ist der mediterrane *Leptodiscus medusoides* R. Hertw.

II. Unterclasse. **Ciliata**[1]), **Wimperinfusorien.**

Infusorien mit Cilienbekleidung, mit Mund und After, complicirt gestaltetem Sarcodeleib (mit Endoplasma und Exoplasma) mit Macronucleus und Micronucleus (Nucleolus).

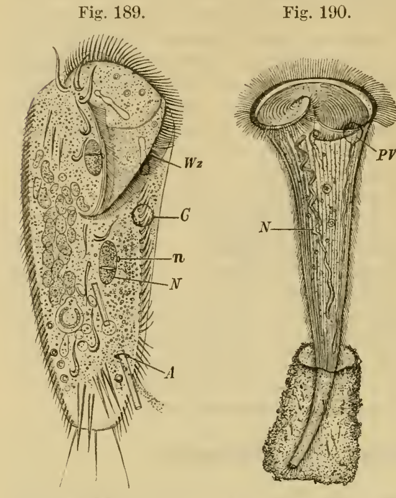
Die häufigsten der locomotiven Anhänge sind zarte Wimpern oder Cilien, die oft in dichten Reihen die gesammte Oberfläche bedecken und derselben das Ansehen einer zarten Streifung verleihen. Gewöhnlich sind die Wimpern in der Nähe des Mundes stärker und gruppiren sich hier zu einem Saume grösserer Haare, zu einer *adoralen Wimperzone,* welche beim Schwimmen eine Strudelung erregt und die zur Nahrung dienenden Stoffe in die Mundöffnung hinleitet (Fig. 187). Eine noch höhere Entfaltung erlangt die Wimperzone bei festsitzenden Infusorien, z. B. den *Glockenthierchen,* deren Oberfläche einer gleichmässigen Bewimperung entbehrt. Hier sitzen ein oder mehrere Kränze ansehnlicher Cilien am Rande einer deckelartig

---

[1]) Vergl. ausser Ehrenberg, Claparède, Lachmann, Bütschli, l. c., besonders Fr. Stein, Der Organismus der Infusionsthiere, I. u. II. Leipzig 1859 u. 1867. M. Nussbaum, Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellschaft für Natur und Heilkunde. Bonn 1884. A. Gruber, Ueber Kern und Kerntheilung bei den Protozoen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. 40, 1884. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss der Physiologie und Biologie der Protozoen. Bericht der naturf. Gesellschaft zu Freiburg, Tom. I, 1886. Derselbe, Weitere Beobachtungen an vielkernigen Infusorien. Ebendaselbst, Tom. III, 1887. E. Maupas, Contributions à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. de zool. expérim. 2. Serie, Tom. I, 1883. Derselbe, Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés. Ebendaselbst, Tom. VI, 1888.

erhobenen einstülpbaren Klappe, auf welche nach dem Munde zu ein unterer Wimpersaum folgt. Bei den frei schwimmenden Infusorien kommen oft zu den zarten Cilien und Wimperzonen noch dickere Haare und steife Borsten, Griffel und mehr oder minder gekrümmte Haken hinzu, die zum Kriechen und Anklammern verwendet werden. Einige festsitzende Infusorien wie *Stentor* (Fig. 190) und *Cothurnia* sondern äussere Hülsen oder Gehäuse ab, in die sie sich zurückziehen.

Fig. 189. Fig. 190.

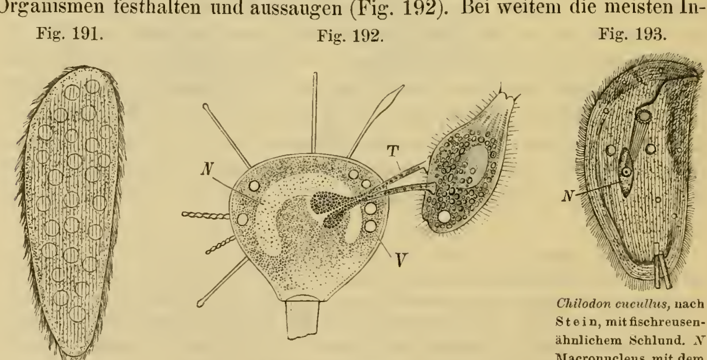


Stylonychia mytilus, nach Stein, von der Bauchfläche gesehen. *Wz* Adorale Wimperzone, *C* contractile Vacuole, *N* Macronucleus, *n* Micronucleus, *A* After.

Stentor Reoselii Ehrbg., nach Stein. *O* Mundöffnung mit Schlundrohr, *PV* pulsirende Vacuole, *N* Macronucleus.

Die Nahrungsaufnahme erfolgt selten auf endosmotischem Wege durch die gesammte Körperbedeckung, wie z. B. bei den parasitischen *Opalinen* (Fig. 191). Saugend ernähren sich die *Acineten*, welche beim Mangel einer Mundöffnung keine festen Körper in sich aufnehmen können, dagegen an ihrer Oberfläche eine grössere oder geringere Zahl von langen Röhrchen und contractilen Tentakelchen tragen, mittelst deren sie fremde Organismen festhalten und aussaugen (Fig. 192). Bei weitem die meisten Infusorien besitzen eine Mundöffnung, meist in der Nähe des vorderen Poles, und eine zweite, als After fungirende Oeffnung, welche während des Austrittes der Nahrungsreste an einer bestimmten Körperstelle als Schlitz erkennbar wird.

Fig. 191. Fig. 192. Fig. 193.



Opalina ranarum, nach W. Engelmann.

Acineta ferrumequinum Ehrbg., welche ein kleines Infusorium (Enchelys) aussaugt, nach Lachmann. *T* Saugtentakeln, *V* Vacuolen, *N* Macronucleus.

Chilodon cucullus, nach Stein, mit fischreusenähnlichem Schlund. *N* Macronucleus mit dem Micronucleus. Aus dem After treten Nahrungsreste aus.

Das von der Haut umgrenzte Körperparenchym zerfällt in ein körniges, zähflüssiges Exoplasma und in ein flüssigeres helleres Endoplasma, in welches von der Mundöffnung aus häufig eine zarte, seltener durch feste Stäbchen *(Chilodon, Nassula)* gestützte Speiseröhre hineinragt (Fig. 193). Durch dieselbe gelangen die Nahrungsstoffe, in Speiseballen zusammengedrängt, in das Endoplasma, um unter dem Einflusse der Contractilität des Leibes in langsamen Rotationen umherbewegt, verdaut und endlich in ihren festen unbrauchbaren Ueberresten durch die Afteröffnung ausgeworfen zu werden. Ein von besonderen Wandungen umschlossener Darmcanal existirt ebensowenig wie die zahlreichen Mägen, welche Ehrenberg, durch die Nahrungsballen getäuscht, seinen *Infusoria polygastrica* zuschrieb. Wo ein Darmcanal beschrieben worden ist, hat man es mit eigenthümlichen Strängen und Trabekeln des Innenparenchyms zu thun, welche zwischen ihren Lücken helle, mit Flüssigkeit erfüllte Räume umschliessen.

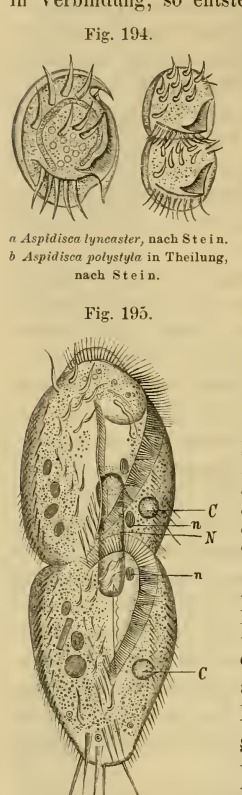
Das zähflüssigere Exoplasma repräsentirt vorzugsweise die bewegende und empfindende Substanz des Leibes, in welcher auch muskelähnliche Differenzirungen *(Stentor, Vorticellenstiel)* auftreten. Selten wird dieselbe der Sitz kleiner stäbchenförmiger Körper, *Trichocysten* (z. B. *Bursaria leucas*), welche den Nessel- oder Angelorganen der *Turbellarien* und *Coelenteraten* vergleichbar sind. Als eine weitere Differenzirung der Rindenschicht erweisen sich die *contractilen Vacuolen,* Bildungen, welche in einfacher oder mehrfacher Zahl an ganz bestimmten Stellen des Körpers auftreten. Es sind helle, mit Flüssigkeit gefüllte, meist runde Räume, die kleiner werden und dann verschwinden, allmälig aber wieder hervortreten und zur ursprünglichen Grösse anwachsen. Häufig stehen die pulsirenden Vacuolen mit einer oder mehreren gefässartigen Lacunen in Verbindung, welche während der Contraction der Vacuolen bedeutend anschwellen (Fig. 203). Man schreibt diesen Differenzirungen eine ähnliche Bedeutung wie dem Wassergefässsystem der *Rotiferen* und *Turbellarien* zu und erklärt sich für excretorisch. Die letztere Deutung hat namentlich die Thatsache für sich, dass die contractile Vacuole in einzelnen Fällen durch eine feine Oeffnung an der Oberfläche ausmündet und dass durch diese Körnchen nach aussen gelangen.

Macronucleus und *Micronucleus* liegen im Endoplasma des Infusorienleibes. Der erstere, der Nucleus der Autoren, ist ein in einfacher oder mehrfacher Zahl auftretender Körper von bestimmter Form und Lage. Bald rund oder oval, bald langgestreckt, hufeisenförmig oder bandförmig ausgezogen und in eine Reihe von Abschnitten eingeschnürt, enthält derselbe eine feinkörnige, zähe, von einer zarten Membran umgrenzte Substanz, aus welcher nach der irrthümlichen Ansicht von Balbiani und Stein Eier, beziehungsweise Keimkugeln hervorgehen sollten. Der früher als *Nucleolus* gedeutete Micronucleus wechselt ebenfalls nach Form, Lage und Zahl bei den einzelnen Arten mannigfach. Stets ist derselbe viel kleiner als der

Macronucleus und stark lichtbrechend, in der Regel demselben dicht angelagert oder gar in eine Cavität desselben eingesenkt.

Die Fortpflanzung der Infusorien erfolgt vorwiegend durch *Theilung;* bleiben die neu erzeugten Formen untereinander und mit dem Mutterthiere in Verbindung, so entstehen Colonien von Infusorien, z. B. die Stöckchen von *Epistylis* und *Carchesium.* Am häufigsten ist die Theilung eine Quertheilung (rechtwinkelig zur Längenachse), wie bei den *Oxytrichinen, Stentoren* etc., und vollzieht sich unter ganz bestimmten Veränderungen und Neubildungen (Fig. 194). Bei *Stylonychia* werden beispielsweise in der hinteren Hälfte des Körpers die Wimperzone neugebildet und Stirn- und Aftergriffel, Haken und Borsten ergänzt, bevor die Theilung eintritt (Fig. 195). Minder häufig *(Vorticellinen)* geschieht die Theilung in der Länge (Fig. 197 *a, b*), weit seltener in diagonaler Richtung.

Fig. 194.

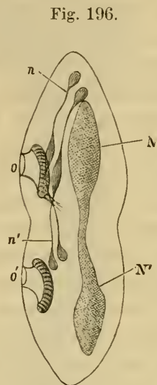


a Aspidisca lyncaster, nach Stein. *b Aspidisca polystyla* in Theilung, nach Stein.

Fig. 195.

Stylonychia mytilus, in Theilung begriffen, von Stein. *C* contractile Vacuolen, *N* Macronuclens, *n* Micronuclei.

Fig. 196.

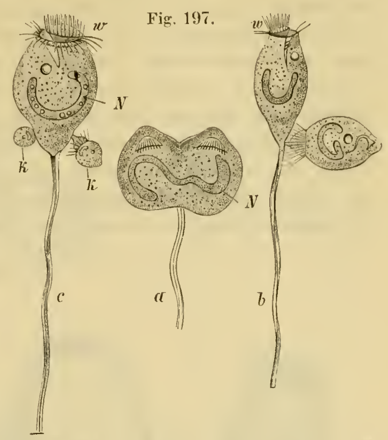


Paramaecium aurelia in Theilung, nach R. Hertwig. *N* Macronucleus, *n* Micronucleus, *o* Mund, d. vorderen Theilstückes, *o'* Mund, *N'* Macronucleus, *n'* Micronucleus des hinteren Theilstückes.

Ueberall theilt sich zuerst der Micronucleus, später der Macronucleus unter Streckung und biscuitförmiger Einschnürung. Die alte Mundöffnung verbleibt dem einen Theilstück, während in dem andern oft als abgeschnürte Ausstülpung der ersteren ein neuer Mund gebildet wird (Fig. 196 *o'*). Oft geht der geschlechtlichen Fortpflanzung eine Einkapselung voraus, welche für die Erhaltung der Infusorien bei Verdunstung des umgebenden Wassers, beziehungsweise bei Nahrungsmangel von grosser Bedeutung erscheint. Das Thier zieht die Cilien ein, contrahirt seinen Körper zu einer kugeligen Masse und scheidet eine helle erhärtende Cyste aus, in welcher dasselbe geschützt in feuchter Luft überdauert. Im Wasser zerfällt dann der Inhalt in eine Anzahl von Theilstücken, welche beim Platzen der Cyste in's Freie gelangen und zu ebensoviel Sprösslingen werden. Auch durch künstliche Theilung gelingt es, ein Thier in zwei oder mehrere, sich bald zu normalen Infusorien regenerirende Individuen zu zerlegen *(Oxytricha, Stentor).*

Die *Knospung* ist ein besonders an festsitzenden Infusorien zu beobachtender Vorgang der Fortpflanzung. Es erhebt sich dann die Knospe als Höcker, in welchen Theilstücke des Grosskernes und Ersatzkernes eintreten. Bei *Podophrya* werden gleichzeitig zahlreiche solcher Knospen gebildet, welche sich als Schwärmsprösslinge von der Wandung des Mutterkörpers ablösen (Fig. 198). Die Schwärmer der *Sphaerophryen* dringen in das Innere anderer Infusorien, wie Paramaecien und Stylonychien etc., ein, nähren sich auf Kosten des vergrösserten Macronucleus und bilden durch Theilung Sprösslinge, welche ausschwärmen und längere Zeit von Stein für schwärmende Embryonen der Stylonychien gehalten wurden (Fig. 199 *b*, *c*).

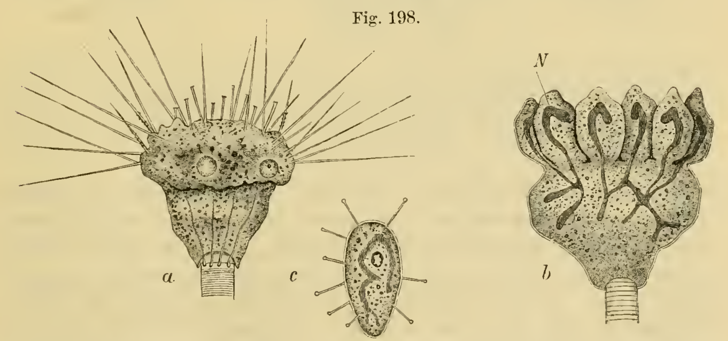
Fig. 197.



Vorticella microstoma, nach Stein. *a* in Theilung. *N* Macronucleus. Der Mundapparat entsteht in jedem Theilstück durch Neubildung. — *b* die Theilung ist vollendet; der neue Sprössling löst sich ab, nachdem er einen hinteren Wimperkranz gebildet hat, *w* Strudelorgan. — *c* die Vorticella im Zustande knospenförmiger Conjugation. *K* Die angehefteten knospenähnlichen Individuen.

Sehr verbreitet sind die schon von Leeuwenhoek und O. Fr. Müller beobachteten Conjugationsvorgänge, mit welchen Veränderungen des Macro- und Micronucleus verbunden sind, die zu der irrthümlichen Deutung beider Gebilde als Ovarium

Fig. 198.

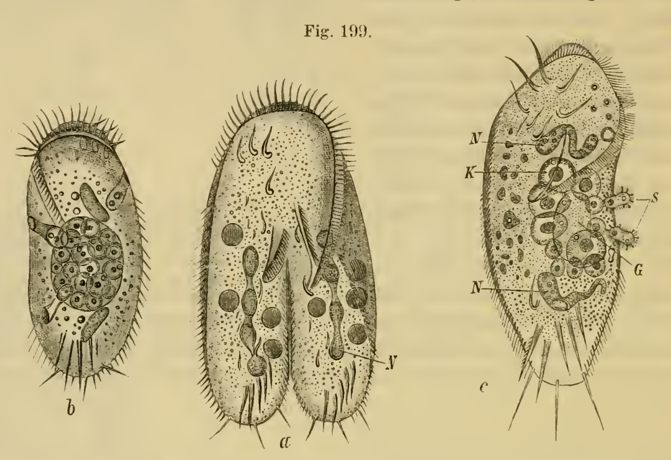


Podophrya gemmipara, nach R. Hertwig. *a* Mit ausgestreckten Saugröhrchen und Fangfäden, mit zwei contractilen Vacuolen. — *b* Dieselbe mit reifen Knospen, in welche Fortsätze des verästelten Macronucleus *N* eintreten. — *c* Abgelöster Schwärmer.

und Hoden Veranlassung gaben. In Wahrheit handelt es sich jedoch um einen der geschlechtlichen Fortpflanzung (Befruchtung des Eies) entsprechenden Vorgang. Es sind zwei Formen von Vereinigung zu sondern, von denen

man die eine, welche auf vollständiger Fusion zweier Individuen und dauernder Verschmelzung der Kerne derselben beruht, als *Copulation,* die zweite, bei welcher sich die Individuen meist nur vorübergehend vereinigen und stets eine Regeneration ihrer Kerne erfahren, als *Conjugation* bezeichnen kann. Die erstere wurde vornehmlich bei Vorticellinen, jedoch auch bei Hypotrichen *(Stylonychia)* neben der Conjugation beobachtet, und dürfte von ähnlichen bei niederen Pflanzen verbreiteten Vorgängen nicht verschieden sein. Die Conjugation zweier Infusorien erfolgt in überaus verschiedener Weise und führt zu einer mehr oder minder vollständigen Verschmelzung, auf welche später nach der Regeneration der Kerne ein meist wiederholter Theilungsact folgt. Die *Paramaecien, Stentoren, Spirostomeen* legen bei der

Fig. 199.



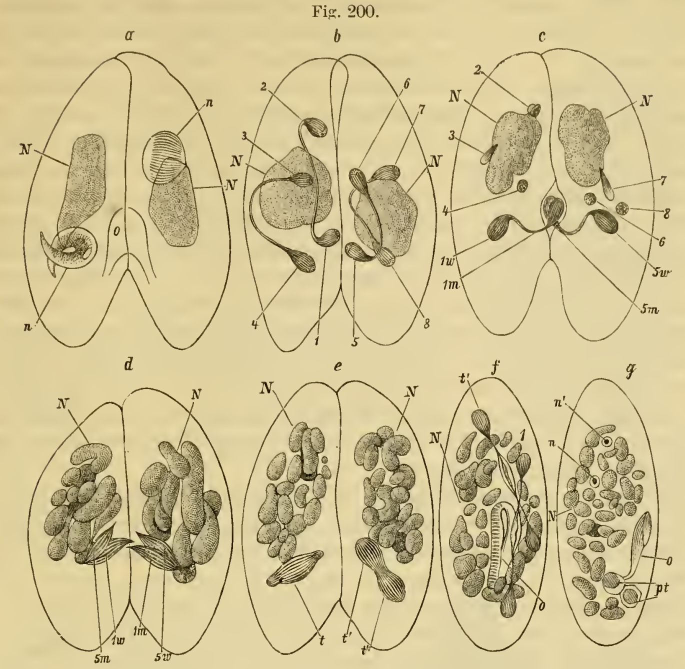
a Stylonychia mytilus im Zustande der Conjugation. Der Macronucleus *(N)* in Theilung begriffen (Balbiani's vermeintliche Eier); die Micronuclei in vier Kugeln zerfallen (vermeintliche Samenkapseln). — *b* Eine von parasitischen Sphaerophryen erfüllte *Stylonychia,* nach Balbiani. — *c Stylonychia mytilus* mit ausschwärmenden *Sphaerophryen (S). K* Unentwickelte Keime der letzteren, *N* Macronucleus von *Stylonychia, G* sogenannte Geburtsöffnung.

Conjugation ihre Bauchflächen aneinander, andere Infusorien mit flachem Körper, wie die *Oxytrichinen, Chilodonten,* gehen eine laterale Conjugation ein (Fig. 199*a*), während *Enchelys, Halteria, Coleps* an ihrem vorderen Körperende, also terminal, unter dem Anschein einer Quertheilung zusammentreten. Auch bei den *Vorticellinen, Trichodinen* etc. findet eine laterale Conjugation nicht selten zwischen ungleich grossen Individuen statt, die den Schein einer Knospenbildung bieten kann (knospenförmige Conjugation) (Fig. 197*c*).

Die Veränderungen, welche der *Nucleus* und *Nucleolus* während und in Folge der Conjugation erfahren, sind besonders eingehend bei *Paramaecium* und *Stylonychia* (Fig. 199*a*) verfolgt worden.

Bei *Paramaecium* verlaufen die Conjugationsvorgänge nach R. Hertwig[1]) in folgender Weise: Zwei Individuen legen sich zunächst an ihrem

Fig. 200.



Conjugation von *Paramaecium*, nach R. Hertwig. *N* Macronucleus, *n* Micronucleus, *o* Mund. — Die Figuren *a, b, c* beziehen sich auf P. caudatum. Fig. *a*. Der Micronucleus bildet sich zur Kernspindel um, links Sichelstadium, rechts Spindelstadium. Fig. *b*. Zweite Theilung des Micronucleus in die Hauptspindel *(1* und *5)* und die Nebenspindeln *(2, 3, 4, 6, 7* und *8)*. Fig. *c*. Die Nebenspindeln sind in Rückbildung begriffen, die Hauptspindeln theilen sich in die männliche Spindel *(1m, 5m)* und in die weibliche Spindel *(1w, 5w)*. Die Fig. *d, e, f, g* beziehen sich auf P. aurelia, welche zwei Micronuclei besitzt. Fig. *d*. Austausch der männlichen Spindeln, welche mit dem einen Ende noch in ihrem Mutterthiere haften, mit dem anderen mit der weiblichen Spindel des anderen Thieres zu verschmelzen beginnen *(1w, 5m — 1m, 5w)*. Der Macronucleus zerfällt in Theilstücke. Fig. *e*. Die aus der conjugirten Kernspindel sich bildenden Theilspindeln *(t' und t'')*, linksseitig noch nicht getheilt. Fig. *f, g*. Die conjugirten Individuen haben sich getrennt. Die secundären Theilspindeln theilen sich in die Anlagen der neuen Micronuclei *(n, n')* und des Macronucleus *(pt)*. Der alte Macronucleus *(N)* ist in Theilstücke zerfallen.

vorderen Ende, dann mit der ganzen Ventralseite aneinander (Fig. 200*a*). Nahe den zugewendeten Mundöffnungen entsteht später nach Rückbildung

[1]) A. Gruber, Der Conjugationsprocess bei Paramaecium. Berichte der naturf. Gesellschaft in Freiburg. Tom. II, 1886. L. H. Plate, Ueber die Conjugation der Infusorien. München 1880. Protozoenstudien, Habilitationsschrift. Jena 1888. R. Hertwig, Ueber die Conjugation der Infusorien. München 1889. E. Maupas, Zahlreiche Abhandlungen, insbesondere über Conjugation von Paramaecium und die Vorticelliden. Comptes rendus und Archives de Zool. expér. II. Sér.

dieser eine Verwachsungsbrücke. Schon bei Beginn der Conjugation erfahren die spindelförmig gewordenen Micronuclei eine zweimalige Theilung (Fig. 200 *b*), während der Macronucleus in Fortsätze auswächst und später in Stücke zerfällt. Von den vier Theilspindeln des Micronucleus gehen drei zu Grunde, die vierte, die Haupttheilspindel, stellt sich senkrecht zur Körperoberfläche und theilt sich in zwei Kerne, einen mehr oberflächlichen männlichen und einen tiefer gelegenen weiblichen Kern (Fig. 200 *c*). Der erstere ist der bewegliche und wandert durch die Querbrücke zu dem weiblichen Kern des zweiten in der Conjugation begriffenen Thieres, dessen männlicher Kern ebenfalls durch die Querbrücke zu dem ersteren gelangt. Nun verschmelzen die ausgetauschten männlichen Kerne mit den zurückgebliebenen weiblichen Kerne, um sich nach eingetretener Spindelbildung in zwei Kerne zu theilen, von denen der eine in den inzwischen von einander getrennten Individuen nach Neubildung der Mundöffnung zum neuen Macronucleus, der andere zum neuen Micronucleus wird. Die Theilstücke des alten Macronucleus verfallen der Rückbildung. Zweifelsohne besteht eine Parallele der Conjugationsvorgänge der Infusorien und den Befruchtungsvorgängen der Metazoen. Die Nebenspindeln erinnern an die Richtungskörper. Der bewegliche männliche Kern ist gleich dem Spermakern, der weibliche gleich dem Eikern.

Auf die Conjugation und deren Aufhebung folgt eine Periode fortgesetzter Theilungen, und es besteht, wie die sorgfältigen und umfassenden Untersuchungen von *Maupas* gezeigt haben, eine Gesetzmässigkeit in dem Wechsel von Conjugation und Theilungen, die sich nicht beliebige Zeit hindurch fortsetzen, sondern ohne dazwischen eintretende Conjugation zur Degeneration des Organismus führen. Die Infusorien werden nach einer gewissen Zahl von Theilungen immer kleiner, verändern Körper und Kernform, verlieren einen Theil der Bewimperung und die Fähigkeit der Nahrungsaufnahme. Schliesslich tritt, wenn nicht noch zur rechten Zeit Conjugation Rettung bringt, der natürliche Tod in Folge seniler Degeneration ein. Somit besteht auch bei den Einzelligen ein ähnliches Verhältniss wie bei den Metazoen zwischen den sich conjugirenden Keimzellen und den Zellengenerationen, welche sich durch fortgesetzte Theilung vermehren, und der Unterschied ist lediglich der, dass im ersteren Fall jede Zelle den Leib und die Keimzelle zugleich repräsentirt, während bei den Metazoen Körperzellen und Keimzellen getrennt sind, und jene in der gesammten Generationsfolge zu einem einheitlichen, die Keimzellen einschliessenden Organismus verbunden sind. Lediglich dieser Gegensatz hat zu dem ergötzlichen Spiele mit der „Unsterblichkeit der Einzelligen" Anlass gegeben.

Die Lebensweise der Infusorien, welche vornehmlich das süsse Wasser bevölkern, ist überaus mannigfaltig. Die meisten ernähren sich selbstständig, indem sie kleinere und grössere Nahrungskörper, selbst Rotiferen, aufnehmen. Einige, wie *Amphileptus,* wählen sich festsitzende Infusorien zur

Beute und würgen dieselben bis zur Ursprungsstelle des Stiels in's Innere ein. Dann scheiden sie, wie an dem Stiel aufgestülpt, eine Kapsel aus und zerfallen unter Theilung des Inhalts in zwei oder mehrere ausschwärmende Individuen. Einige, wie die mundlosen Opalinen und viele Bursariden, schmarotzen im Darm und in der Harnblase von Vertebraten. Zu den parasitisch lebenden Formen gehört auch das *Balantidium coli* aus dem Dickdarm des Menschen (Fig. 202).

Fig. 201.

Paramaecium Bursaria, eine Stunde nach aufgehobener Conjugation, nach Bütschli. *N* Macronucleus, *n* Micronucleus, *PV* pulsirende Vacuole. *T* Trichocysten.

1. Ordnung. *Holotricha.*

Körper gleichmässig mit Wimpern bekleidet, welche in Längsreihen angeordnet und kürzer als der Körper sind. Zuweilen finden sich in der Umgebung des Mundes längere Wimpern, welche aber keine adorale Wimperzone bilden. Ausser den mund- und afterlosen parasitischen Opalinen *(Opalina ranarum* aus dem Mastdarm von *Rana temporaria)* (Fig. 191) gehören hieher: die *Tracheliidae.* Körper metabolisch, in einen vorderen halsartigen Fortsatz verlängert. Mund bauchständig, ohne längere Wimpern. *Trachelius ovum* Ehrbg., *Amphileptus fascicola* Ehrbg. *Colpodidae.* Körper formbeständig, Mund bauchständig in einer Vertiefung, stets mit längeren Wimpern oder undulirenden Klappen ausgestattet. *Paramaecium Aurelia* Fr. Müll. (Fig. 203), *P. Bursaria* Focke (Fig. 201), *Colpoda cucullus* Ehrbg., *Nassula elegans* Ehrbg., *Claucoma scintillans* Ehrbg. Verwandt ist *Coleps* Ehrbg.

2. Ordnung. *Heterotricha.*

Körper gleichmässig mit feinen Wimpern bekleidet, die in Längsreihen geordnet sind, mit deutlicher adoraler Wimperzone. Fam. *Bursariidae.* Die adorale Wimperzone am Rande meist der linken Körperhälfte. *Bursaria truncatella* O. Fr. Müll., *Balantidium coli* Malmst., Parasit im Colon des Menschen (Fig. 202). *Spirostomum ambiguum* Ehrbg., Fam. *Stentoridae.* Am vorderen Ende des metabolischen Körpers ein Peristomfeld mit trichterförmiger Vertiefung, ohne eigentlichen Schlund (Fig. 190). *Stentor polymorphus* O. F. Müll., *St. coeruleus* Ehrbg., *St. Roeselii* Ehrbg.

Fig. 202.

Balantidium coli mit zwei pulsirenden Vacuolen, nach Stein. Unterhalb des Macronucleus liegt ein gefressenes Stärkekorn. Ein Kothballen tritt am Hinterende aus dem After aus.

Fig. 203.

Paramaecium Aurelia nach Ehrenberg. *M* Mund, *Cv* contractile Vacuolen mit gefässartigen Lacunen.

3. Ordnung. *Hypotricha.*

Körper mit verschieden gestalteter Rücken- und Bauchfläche. Die convexe Rückenfläche meist nackt, die Bauchfläche bewimpert, mit Griffeln und Stielen besetzt. Mund auf der Bauchseite. *Oxytrichidae.* Körper oval gestreckt. An der linken Bauchhälfte ein Peristomausschnitt mit adoraler Wimperzone. Bauchfläche jederseits mit Randwimperreihe, ausserdem mit griffelförmigen Borsten und Haken. *Stylonychia pustulata* Ehrbg. mit 8 Stirngriffeln, 5 Bauch- und 5 Afterwimpern. *St. mytilus* (Fig. 195), *Oxytricha gibba* O. Fr. Müll. *Aspidiscidae.* Körper gepanzert, schildförmig. Mit

weit nach hinten reichendem adoralen Wimperbogen, 7 griffelförmigen Bauchwimpern und 5 oder 10—12 griffelförmigen Afterwimpern (Fig. 194). *Aspidisca lynceus* Ehrbg. *A. lyncaster* St. *Chilondontidae.* Körper meist gepanzert, mit fischreusenförmigem Schlund. *Chilodon cucullus* Ehrbg. (Fig. 193).

4. Ordnung. *Peritricha.*

Mit drehrundem oder glockenförmigem, partiell bewimpertem Leibe. Die Wimpern bekleiden eine adorale Wimperscheibe und häufig einen ringförmigen Gürtel. *Vorticellidae.* Mit adoraler Wimperspirale, ohne Gehäuse, mittelst Stieles festsitzend, meist coloniebildend. *Vorticella microstoma* Ehrbg. (Fig. 197), *Epistylis plicatilis* Ehrbg, *Zoothamnium arbuscula* Ehrbg., *Carchesium polypinum* Ehrbg., *Trichodinidae.* Mit adoraler Wimperspirale und Wimperkranz nebst Haftapparat am hinteren Körperende. *Trichodina pediculus* Ehrbg. *Halteriidae.* Neben der adoralen Wimperspirale ist eine äquatoriale Zone längerer Wimpern vorhanden, *Halteria volvox* Clap. Lachm.

5. Ordnung. *Suctoria.*

Körper meist ohne Wimpern, mit geknöpften tentakelartigen Fortsätzen, welche als Saugröhren wirken, zuweilen noch mit Greiffäden. *Acineta mystacina* Ehrbg. (Fig. 192), *Podophrya cyclopum* Clap. Lachm., *Podophrya gemmipara* R. Hertw. (Fig. 193), *Sphaerophrya* Clap. Lachm. (Fig. 199).

Als Anhang der Protozoen betrachten wir noch die den Pilzen näher stehenden *Sporozoen (Gregarinen)* und *Schizomyceten.*

1. Die *Sporozoen, Gregarinen (Gregarinae)*[1] (Fig. 204) sind einzellige Organismen, welche im Darm und in inneren Organen niederer Thiere parasitisch leben. Der Leib ist häufig wurmförmig gestreckt und besteht aus einer körnigen, zähflüssigen, von zarter Hüllhaut bekleideten (zuweilen mit subcuticularer Schicht von Muskelstreifen) Grundmasse, in welcher ein rundlicher oder ovaler heller Körper, der Kern, eingebettet liegt. Complicationen des Baues ergeben sich durch das Auftreten einer Scheidewand, welche das Vorderende von der Hauptmasse des Leibes absetzt. Der vordere Körpertheil gewinnt auf diese Art das Aussehen eines Kopfes, zumal sich an ihm hier und da in Form von Haken und Fortsätzen Einrichtungen zum Anheften ausbilden *(Stylorhynchus).* Die Ernährung geschieht endosmotisch durch die äussere Wandung, während die Bewegung auf ein langsames Fortgleiten des sich schwach contrahirenden Körpers beschränkt ist.

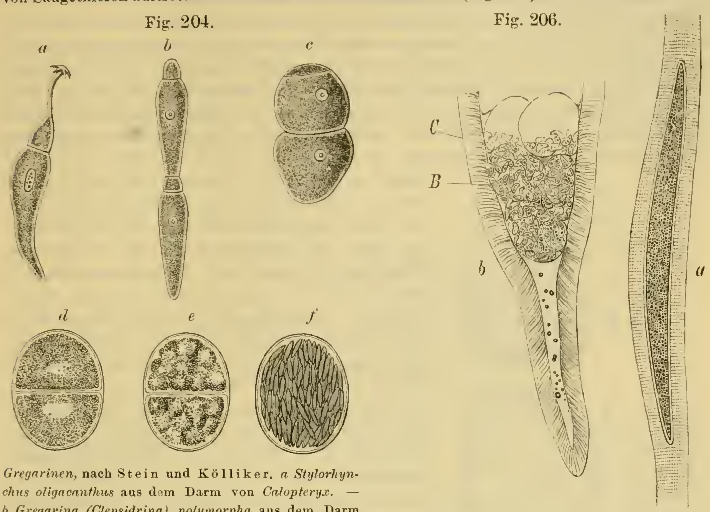
Im ausgewachsenen Zustande erscheinen die Gregarinen häufig in zweifacher oder mehrfacher Zahl aneinandergeheftet. Diese Zustände der Verbindung gehen der Fortpflanzung voraus (Fig. 204). Die beiden mit der Längsachse hintereinander liegenden Individuen contrahiren sich, umgeben sich mit einer gemeinsamen Cyste und zerfallen nach einem dem Furchungsprocesse ähnlichen Vorgange in einen Haufen kleiner sporenähnlicher Ballen, welche zu spindelförmigen Körperchen *(Pseudonavicellen)* werden. Die in der Umgebung der copulirten Individuen, häufig auch im Umkreise eines einfachen Individuums ausgeschiedene Cyste wird zur *Pseudonavicellencyste,* durch deren Platzen die spindelförmigen Körper nach aussen gelangen. Jede Pseudonavicelle erzeugt aus ihrem Inhalte ein amöbenartig bewegliches Körperchen. In anderen Fällen (*Monocystis, Gonospora* etc.) entstehen in den Sporen sichelförmige Stäbchen, die bei Ausfall amöboider Zustände zu Keimen werden. *Monocystis agilis*

---

[1]) N. Lieberkühn, Évolution des Gregarines. Mém. cour. de l'Acad. de Belg., 1855. Derselbe, Beitrag zur Kenntniss der Gregarinen. Arch. für Anat. und Physiologie, 1865. Aimé Schneider, Contributions à l'histoire des Gregarines des invertebrés de Paris et de Roscoff. Archives de Zool. expérim., Tom. IV, 1875. G. Balbiani, Leçons sur les sporozoaires. Paris 1884. Bütschli, Kleine Beiträge zur Kenntniss der Gregarinen. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Tom. XXXV, 1881.

aus dem Hoden des Regenwurmes. *Gregarina* L. Duf. (*Clepsidrina* Hammersch.) Körper mit flacher Scheidewand und warzenförmig vorspringendem Kopf am Vorderende. Im Jugendzustande fixirt. *Gr. blattarum* v. Sieb., im Darm der Schabe. *Gr. polymorpha* Hammersch., im Mehlwurm. *Stylorhynchus* Stein (Fig. 204).

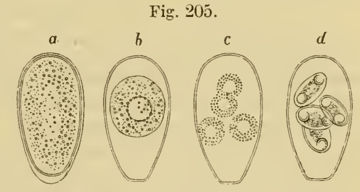
Als Gregarinen dürften auch die in Zellen des Darmepithels, sowie der Gallengänge von Säugethieren auftretenden *Coccidien* zu betrachten sein (Fig. 205). Dieselben verwandeln



Gregarinen, nach Stein und Kölliker. *a Stylorhynchus oligacanthus* aus dem Darm von *Calopteryx.* — *b Gregarina (Clepsidrina) polymorpha* aus dem Darm des Mehlkäfers, in Conjugation. — *c* Dieselben auf dem Wege der Encystirung. — *d* Gregarinen in Encystirung. — *e* Im Zustande der Pseudonavicellenbildung. — *f* Pseudonavicellencyste mit fertigen Pseudonavicellen.

Rainey'sche Schläuche aus dem Fleisch des Schweines. *a* Ein Schlauch im Innern einer Muskelfaser. — *b* Das Hinterende desselben, stark vergrössert. *C* Cuticulare Schicht, *B* Sporenballen.

sich in eiförmige Zoospermien, indem sie eine Kapsel bilden und aus ihrem körnigen Inhalt mehrere Sporen erzeugen. Bei *Coccidium oviforme* aus Leber und Darm des Kaninchens und des Menschen werden immer nur vier Sporen gebildet, die zu sichelförmigen Stäbchen werden und je 2 Keime erzeugen. Diese werden zu Amöben und wandern von Neuem in Epithelzellen der Leber und des Darmes ein.



Coccidium oviforme aus der Leber des Kaninchens, 550fach vergrössert, nach R. Leuckart. *c, d* Zustände der Sporenbildung.

Eine grosse Aehnlichkeit mit den Pseudonavicellencysten haben die schon längst als *Psorospermien* bekannten Gebilde aus der Leber der Kaninchen, aus dem Darmschleim, aus den Kiemen der Fische und aus den Muskeln mancher Säugethiere etc., ohne dass man über deren Natur vollständig in's Klare gekommen wäre. Ebenso verhält es sich mit den Mischer'schen oder Rainey'schen Schläuchen (Fig. 206) aus den Muskeln z. B. des Schweines, nicht minder erinnern die *parasitischen Schläuche* von verschiedenen Asseln und Krebsen, welche von Cienkowski als *Amoebidium parasiticum* zu den Pilzen gerechnet werden, durch ihre Fortpflanzungsart an die Gregarinen und deren Cysten.

2. Die *Schizomyceten*[1]) (Bakterien) sind kleine kugelige oder stäbchenförmige Körper, welche sich in verwesenden Substanzen, insbesondere häufig an der Oberfläche faulender Flüssigkeiten finden und hier die Entstehung schleimiger Häute veranlassen (Fig. 207). Dieselben stehen den Hefepilzen am nächsten, mit denen sie auch in den Bedingungen ihres Ernährungsprocesses — Ammoniak und kohlenstoffhaltige organische Verbindungen zu verbrauchen — übereinstimmen. Aehnlich wie diese erregen und unterhalten sie durch Entziehung von Sauerstoff oder Anziehung desselben aus der Luft (Reductions- oder Oxydationsfermente) den Gährungs-, beziehungsweise Verwesungsprocess organischer Substanzen, unterscheiden sich jedoch von denselben durch die Entwicklung, indem sie sich durch Theilung in zwei Hälften vermehren, während die Hefepilze *(Saccharomyces, Hormiscium)* Ausstülpungen bilden und als Sporen zur Abschnürung bringen. Die Quertheilung erfolgt, nachdem sich die Zellen in die Länge gestreckt, durch Einschnürung des Protoplasma und durch Ausscheidung einer queren Scheidewand. Bald trennen sich die Tochterzellen sofort, bald bleiben sie vereinigt und erzeugen durch neue Theilung Fäden (Fadenbakterien). Bald werden die Zellengenerationen durch eine gallertige Zwischensubstanz verbunden und bilden so unregelmässig geformte Gallertmassen *(Zoogloea),* bald bleiben sie frei in Schwärmen zerstreut. Auch in Form eines pulverigen Niederschlages können sie sich am Boden absetzen, sobald die Nährstoffe in der Flüssigkeit erschöpft sind. Die meisten besitzen einen beweglichen und einen unbeweglichen Zustand; im ersteren rotiren sie um die Längsachse, können sich aber auch beugen und strecken, niemals aber schlängeln. Die Beweglichkeit scheint an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden zu sein. Die Abgrenzung der Bakterien in Gattungen und Arten ist um so weniger durchführbar, als eine geschlechtliche Fortpflanzung vermisst wird; man wird sich begnügen müssen, in mehr künstlicher Weise Formspecies und physiologische Arten und Abarten aufzustellen, ohne ihre Selbstständigkeit stets beweisen zu können. F. Cohn unterscheidet vier Gruppen als Kugelbakterien mit *Micrococcus (Monas, Mycoderma),* Stäbchenbakterien mit *Bacterium*, Fadenbakterien mit *Bacillus* und *Vibrio*, Schraubenbakterien mit *Spirillum* und *Spirochaete.*

Fig. 207.



Schizomyceten, nach F. Cohn. *a Micrococcus, b Bacterium termo,* Fäulnissbakterie, beide in frei beweglicher und in Zoogloeaform.

Die Kugelbakterien sind die kleinsten Formen und zeigen nur Molekularbewegung; sie erregen verschiedene Zersetzungen, aber nicht Fäulniss. Man kann sie nach der verschiedenen Formentwicklung in chromogene (der Pigmente), zymogene (der Fermente) und pathogene Arten (der Contagien) sondern. Die ersteren treten in gefärbten Gallertmassen auf und vegetiren in Zoogloeaform. *M. prodigiosus* Ehrbg. auf Kartoffeln etc. (Aberglaube vom blutenden Brod). Zu den zymogenen gehört *M. ureae,* Harnferment, zu den pathogenen *M. vaccinae,* Pockenbakterie, *M. septicus* der Pyämie, *M. diphtheriticus* der Diphtheritis.

Die Stäbchenbakterien bilden kleine Ketten oder Fäden und zeigen namentlich bei hinreichender Nahrung und Anwesenheit von Sauerstoff spontane Bewegungen. Hieher gehört das in allen thierischen und pflanzlichen Aufgüssen verbreitete *Bacterium termo* Ehrbg.,

---

[1]) F. Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. I, Heft 2 und 3, 1872 und 1875; Tom. II, 1876. Untersuchungen über Bakterien, 1, 2 und 3 (Eidam, *Bacterium termo*). Nägeli, Die niederen Pilze. München 1877. Koch, Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfectionskrankheiten. Leipzig 1878. W. Zopf, Die Spaltpilze. Breslau 1883.

welches in ähnlicher Weise das nothwendige Ferment der Fäulniss ist wie Hefe das der Alkoholgährung; ferner *R. Lineola* Ehrbg. von bedeutender Grösse in Brunnenwasser und stehendem Wasser auch ohne Fäulnissproducte, ebenso wie jenes mit Zoogloeagallert. Als Ferment der Milchsäure gilt nach Hoffmann eine andere Bakterienform.

Von den Fadenbakterien veranlasst der bewegliche *Bacillus (Vibrio) subtilis* Ehrbg. die Buttersäuregährung, findet sich aber auch in Infusionen zugleich mit *B. termo*. Sehr nahe verwandt und kaum unterscheidbar, aber unbeweglich ist die Milzbrandbakteridie, *Bacillus Anthracis, B. Kochii*, Tuberkelbakterie. Auch der Abdominaltyphus wird auf einen Bacillus zurückgeführt. Durch formbeständige Wellenbiegungen des Fadens charakterisiren sich *Vibrio regula* und *serpens;* diese führen endlich zu den Schraubenformen, von denen *Spirochaete* eine flexile und lange, aber enggewundene, *Spirillum* eine starke, kurze und weitläufige Schraube darstellt.

II. Thierkreis.

Coelenterata, Coelenteraten.[1]

(**Zoophyta,** Pflanzenthiere.)

Radiärthiere von vorherrschend zwei-, vier- oder sechsstrahligem Baue, mit bindegewebigem, oft gallertigem Mesoderm und centraler Gastralhöhle.

Differente, aus Zellen zusammengesetzte Gewebe und Organe treten zuerst bei den Coelenteraten auf. Neben äusseren und inneren Epithelien finden sich bereits Cuticularbildungen, hornige, kalkige und kieselhaltige Hartgebilde, Muskeln, Nerven und Sinnesorgane. Die vegetativen Verrichtungen knüpfen sich an die gemeinsame innere Fläche der Gastralhöhle, welche sowohl in ihren centralen, als in ihren peripherischen Partien als Magen und Darm (nicht aber als Blutgefässsystem) fungirt. R. Leuckart erkannte zuerst die hohe Bedeutung der gastralen, von ihm als Gastrovascularraum aufgefassten Cavität und stellte auf Grund derselben für die Polypen und Quallen diesen Thierkreis auf. Erst in neuester Zeit überzeugte man sich von der nahen Verwandtschaft der Poriferen und nahm dieselben auch in den Kreis der Coelenteraten auf. Während aber die Polypen und Quallen als *Cnidaria* durch den Besitz von Nesselorganen und durch höher differenzirte Gewebe ausgezeichnet sind, zeigen die Poriferen oder *Spongiaria* einfachere Gewebsformen bei spongiöser Beschaffenheit ihrer Leibesmasse und entbehren der Nesselkapseln. Der gesammte Körperbau wird im Allgemeinen mit Recht ein radiärer genannt, wenngleich bei den meisten Spongiarien die strahlige Anordnung nicht hervortritt und auch unter den Cnidarien Uebergänge zur bilateralen Symmetrie vorkommen. Meist liegt

---

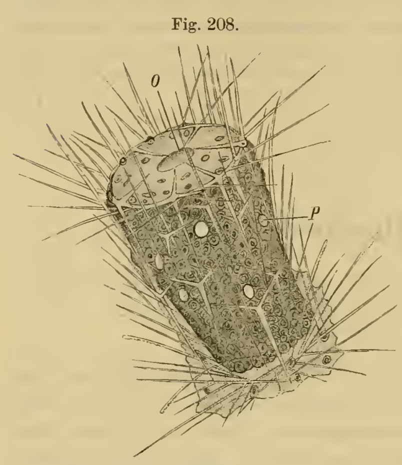
[1]) R. Leuckart, Ueber die Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse niederer Thiere. Braunschweig 1848.

der Numerus 4 oder 6 für die Wiederholung der gleichartigen Organe im Umkreise der Körperachse zu Grunde.

Die Coelenteraten lassen sich auf die Grundformen 1. der *Spongie,* 2. des *Polypen* und der *Scheibenqualle* oder *Meduse,* 3. der *Rippenqualle* zurückführen.

Die Spongie repräsentirt in ihrer einfachsten Form einen cylindrischen festsitzenden Schlauch mit Ausströmungsöffnung (Osculum) am freien Ende (Fig. 208). Die contractile, von Skeletnadeln gestützte Wand wird von zahlreichen kleinen Einströmungsporen durchbrochen, durch welche Wasser und kleine Nahrungskörper in den bewimperten Innenraum hineingelangen. Sowohl durch Verschmelzung ursprünglich gesonderter Individuen, als vornehmlich durch Neubildung mittelst Knospung und Sprossung entstehen sehr verschieden gestaltete, mit complicirtem Canalsystem versehene Spongienstöcke, deren polyzoische Natur an dem Vorhandensein mehrerer Oscula erkannt wird.

Fig. 208.



Junger *Sycon,* stark vergrössert, nach Fr. E. Schulze. *O* Osculum oder Ausströmungsöffnung, *P* Poren der Wand.

Der Polyp (Fig. 209) stellt einen cylindrischen oder keulenförmigen Schlauch dar, welcher an dem hinteren Ende angeheftet ist und an dem entgegengesetzten freien Pole auf einer flachen oder konischen Erhebung, dem Mundkegel, von der Mundöffnung durchbrochen wird. Diese ist von einem oder mehreren Kreisen von Fangarmen umstellt und führt entweder in einen einfachen cylindrischen Leibesraum *(Hydropolyp)* oder mittelst eines Mundrohres in einen complicirten Gastrovascularraum *(Korallenpolyp).* Durch Ausfall der Fangarme entsteht aus jenem die reducirte *polypoide* Form, welche einen einfachen, mit Mund versehenen Hohlschlauch darstellt.

Fig. 209.



Sagartia nivea, nach Gosse.

Die frei schwimmende, aus dem Polypen abzuleitende *Meduse* ist eine abgeflachte Scheibe oder gewölbte Glocke von gallertiger bis knorpeliger Consistenz, an deren unterer Fläche *(Subumbrella)* ein centraler Stiel mit endständiger Mundöffnung herabhängt. Häufig setzt sich dieser Mundstiel in der Umgebung des Mundes in mehrere umfangreiche Lappen und Fangarme fort, während vom Scheibenrande eine grössere oder geringere Anzahl fadenförmiger Tentakeln oder Fangfäden entspringen. Der Centralraum des Leibes,

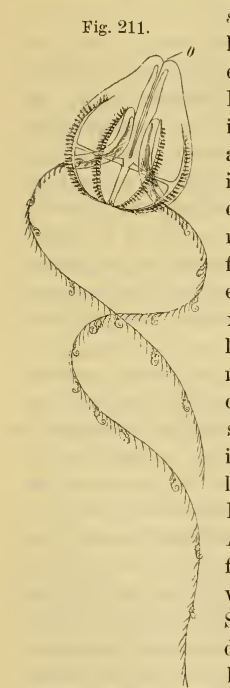
in welchen der hohle Mundstiel einführt, ist die Magenhöhle, von welcher peripherische Taschen, beziehungsweise Radialcanäle, sog. Gefässe, nach dem Scheibenrand verlaufen und hier in der Regel durch ein Ringgefäss verbunden sind. Die muskulöse Subumbrella besorgt durch abwechselnde Verengerung und Erweiterung ihres glockenförmigen Raumes die Locomotion der Qualle, indem der Rückstoss des Wassers in entgegengesetzter Richtung forttreibend wirkt (Fig. 210). Auch die Scheibenqualle reducirt sich oft zu einer vereinfachten Form, der *Medusoide,* welche der Randtentakeln und des Magenstieles entbehrt, auch als Anhang am Körper eines Polypen ohne individuelle Selbstständigkeit auftritt. Trotz des Gegensatzes in der Erscheinung sind Meduse und Polyp Modificationen ein und derselben Grundform, indem die Meduse auf einen abgeflachten, vom Fixationspunkt losgelösten Polypen mit erweitertem Gastralraum und muskulöser Bekleidung der verbreiterten Mundscheibe zurückzuführen ist, in dieser Form auch am Polypenstock oder Polypen durch Knospung entsteht. Für die *Rippenqualle* gilt als Grundform das mit acht Meridianen von Platten (Rippen) besetzte Sphäroid, welches durch die Schwingungen seiner als kleine Ruder wirkenden Platten im Wasser bewegt wird (Fig. 211).

Fig. 210.



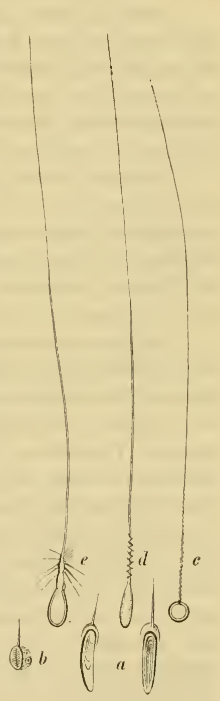
Meduse der *Podocoryne carnea* mit vier Randtentakeln und Ovarien am Magenstiel, unmittelbar nach der Lostrennung vom Stöckchen.

Fig. 211.



Cydippe (Hormiphora) plumosa, nach Chun. *O* Mund.

Fig. 212.



Nesselkapseln und Cnidoblasten von *Siphonophoren. a* und *b* mit dem Cnidocil der Zelle, *c* bis *e* nach Sprengung der Kapsel mit dem ausgetretenen Faden.

Das Körperparenchym besteht bei den *Spongiarien* vorwiegend aus amöbenartigen Zellen, die häufig Geisseln tragen, niemals aber Nesselkapseln

erzeugen. Bei den *Cnidarien* (Polypen und Quallen) entstehen in gewissen Zellen eigenthümliche, als *Nessel-* oder *Angelorgane* bekannte Gebilde (Fig. 212). Es sind kleine in Zellen, Cnidoblasten, erzeugte Kapseln mit einer Flüssigkeit und einem langen, spiralig aufgerollten Faden, welcher unter gewissen mechanischen Bedingungen, z. B. unter dem Einflusse des Druckes bei der Berührung, plötzlich, nach Sprengung der Kapsel, durch den Hohlraum eines stärkern meist mit Widerhaken versehenen Stieles hervorschnellt, an dem Gegenstand der Berührung haftet oder mit einem Theile des flüssigen Kapselinhaltes eindringt. An manchen Körpertheilen, ganz besonders an den zum Fange der Beute dienenden Tentakeln und Fangfäden, häufen sich diese kleinen mikroskopischen Waffen in reichem Maasse an, oft in eigenthümlicher Anordnung zu Batterien von Nesselorganen *(Nesselknöpfe)* vereinigt. Bei den Rippenquallen *(Ctenophoren)* werden die Nesselzellen durch sogenannte Klebzellen vertreten.

Sehr allgemein gruppiren sich die Zellengewebe bereits in zwei oder drei Schichten, von denen die äussere als *Ectoderm* die Oberhaut bildet, die innere als *Entoderm* den Gastralraum auskleidet. Zwischen beiden entwickelt sich eine zarte homogene Stützmembran oder stärkere, bindegewebige Zwischenschicht (Mesenchym). Diese bringt die Elemente des Skelets in sich hervor, welches eine sehr verschiedene Beschaffenheit zeigen kann.

Muskeln werden zunächst in der Tiefe des Ectoderms als Ausläufer von Zellen *(Muskelepithel)* gebildet, rücken nicht selten aber als selbstständige Zellgebilde in das Mesenchym hinein. Auch Sinnesepithelien, Nervenfibrillen und Ganglienzellen treten als Differenzirungen im Ectoderm auf. Die Wimpern tragenden Entodermzellen haben vorwiegend eine Beziehung zur Verdauung und Ausscheidung.

Bei der im Ganzen gleichartigen Beschaffenheit der Gewebe erscheint die *ungeschlechtliche* Fortpflanzung durch Knospung und Theilung sehr verbreitet. Bleiben die so erzeugten Einzelformen vereinigt, so entstehen die bei Spongien und Polypen so verbreiteten *Thierstöcke,* welche bei fortgesetzter Vermehrung ihrer Individuen im Laufe der Zeit einen sehr bedeutenden Umfang erreichen können. Ueberall aber tritt auch die *geschlechtliche* Fortpflanzung hinzu, indem in den Geweben des Leibes, meist in der Umgebung des Gastrovascularraumes, an ganz bestimmten Stellen des Leibes Eier oder Samenfäden erzeugt werden. In der Regel treffen die Eier erst ausserhalb ihres Entstehungsortes mit den Samenfäden zusammen, sei es schon in dem Leibesraum, sei es ausserhalb des mütterlichen Körpers in dem Seewasser. Selten nehmen sie beiderlei Zeugungsstoffe in dem Körper desselben Individuums ihre Entstehung, wie z. B. bei vielen *Spongien*, einigen *Anthozoen* und den hermaphroditischen Rippenquallen. Für die stockbildenden Cnidarien gilt im Allgemeinen die monöcische Vertheilung der Geschlechter als Regel, indem die Individuen des gleichen Stockes theils männlich, theils weiblich sind. Diöcisch sind z. B. *Veretillum, Diphyes, Apolemia.*

Die Entwicklung der Coelenteraten beruht in der Regel auf einer Metamorphose. Die aus dem Ei schlüpfenden Jungen weichen von dem Geschlechtsthiere in Form und Bau des Leibes ab und durchlaufen *Larvenzustände*. Die meisten verlassen das Ei in Gestalt einer flimmernden Larve von fast infusorienartigem Aussehen, erhalten später Mund und Gastralraum, sowie Organe zum Nahrungserwerb, sei es unter den Bedingungen einer freien Locomotion, sei es nach ihrer Anheftung an festen Gegenständen im Meere. Gewinnen die von dem Geschlechtsthiere verschiedenen Jugendzustände zugleich die Fähigkeit der Sprossung und Knospung, so führt die Entwicklung zu verschiedenen Formen des *Generationswechsels*.

Bei dem gegenwärtigen Stande des Wissens erscheint es am richtigsten, die Coelenteraten in die Unterkreise der *Spongiaria* und *Cnidaria* einzutheilen.

I. Unterkreis. Spongiaria[1]) = Poriferi.

Von schwammiger Consistenz des Körpers, mit amöboid beweglichen, von einem festen Kiesel-, Kalk- oder Hornskelet gestützten Zellcomplexen, mit äusseren Hautporen, einem inneren Canalsystem und einer oder zahlreichen Auswurfsöffnungen (Oscula). Das primäre Osculum entspricht dem aboralen Pole der Larve, welche sich am Pole des obliterirten Urmundes festsetzt.

Die Spongien werden gegenwärtig fast allgemein als *Coelenteraten* betrachtet. Dieselben bestehen aus einem sehr beweglichen Gewebe, welches meist durch ein festes, aus Fäden und Nadeln zusammengefügtes Gerüst gestützt ist. An der äusseren Peripherie sind grössere und kleinere Oeffnungen, im Innern ein System von Canälen und Räumen vorhanden, in welchen durch die Schwingungen von Cilien eine continuirliche Strömung des durch die Poren eingetretenen Wassers unterhalten wird. Amöbenartige Zellen, netzförmige Sarcodehäute, Geisselzellen, Spindelzellen, Eier und Samenfäden, sowie geformte Zellausscheidungen treten als die histologischen Elemente des Spongienkörpers auf. Die ersteren bilden die Hauptmasse des contractilen

---

[1]) Literatur: Ausser den älteren Werken von G. D. Nardo und Grant vergl. Bowerbank, On the Anatomy and Physiology of the Spongiadae. Philos. Transact., 1858 und 1862. Lieberkühn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. Müller's Archiv, 1856; ferner zur Anatomie der Spongien, ebendaselbst 1857, 1859, 1863, 1865, 1867. O. Schmidt, Die Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig 1862; nebst Supplementen. Leipzig 1864, 1866, 1868. Derselbe, Die Spongienfauna des mexikanischen Meerbusens und des caraibischen Meeres. Jena 1880. E. Haeckel, Die Kalkschwämme. 2 Bde. Berlin 1872. Fr. E. Schulze, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Zeitschr. für wiss. Zool., 1876—1881. Derselbe, Report on the Hexactinellidae. Challenger-Exp. Rep., Vol. XXI, 1887. Polejaeff, Report on the Calcarea. Challenger-Exp. Rep., Vol. VIII, 1883. C. Heider, Zur Metamorphose der Oscarella lobularis. O. Schm. Arbeiten aus dem zool. Institut, Tom. VI. Wien 1885. Yves Delage, Embryogenie des Eponges. Archives de Zool. expérim. et géner. (sér. 2), V, 1892. Vergl. ferner die Arbeiten von Zittel, Barrois, Marshall, Götte, Maas, Nöldeke, Metschnikoff, Lendenfeld u. A.

Parenchyms und sind körnchenreiche bewegliche Zellen, welche nach der Art der Amöben, ohne eine feste äussere Membran zu besitzen, Fortsätze ausstrecken und wieder einziehen, auch fremde Gegenstände in sich aufnehmen können (Fig. 213). Ein Nervensystem ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden, ebensowenig Sinnesorgane irgend welcher Art.

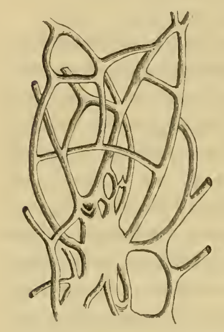
Fig. 213.



Amöbenartige Zelle von *Spongilla*.

Das feste Gerüst oder Skelet, welches wir nur bei weichen Gallertschwämmen oder *Myxospongien* vermissen, setzt sich entweder aus Hornfasern oder Kiesel- und Kalknadeln zusammen. Die Hornfasern bilden ohne Ausnahme Netze und Geflechte von sehr verschiedener Dicke und zeigen meist eine blätterige, auf Schichtung hinweisende Structur (Fig. 214). Sie entstehen durch Ausscheidungen als erhärtende Sarcodetheile. Die Kalknadeln (Fig. 215) sind einfache oder drei- und vierstrahlige Spicula und nehmen wie die Kieselgebilde im Innern von Zellen ihren Ursprung. Diese aber bieten eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit von Formen und sind theils zusammenhängende Gerüste von Kieselfasern, theils freie Kieselkörper, mit einfachem oder verästeltem Centralcanale (Fig. 217). Als solche treten sie in der Form von Nadeln, Spindeln, Walzen, Haken, Ankern, Rädern und Kreuzen auf und entstehen in Zellen vielleicht durch Umlagerung einer organischen Erhärtung (Centralfaden).

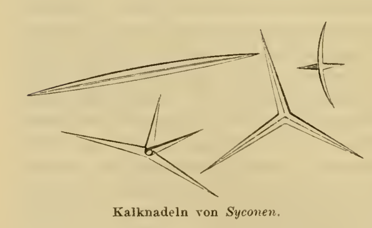
Fig. 214.



Stück des Hornfasernetzes von *Euspongia (Hippospongia) equina*.

Zum Verständniss der morphologischen Gestaltung hat man von dem aus der festgesetzten Larve hervorgegangenen jungen Spongienkörper auszugehen, welcher nach Bildung eines bewimperten Gastralraumes nebst Auswurfsöffnung oder Osculum einen einfachen Hohlschlauch repräsentirt, dessen Wand zur Einfuhr kleiner, im Wasser suspendirter Nahrungskörper von Poren durchbrochen ist (Fig. 208 und 218). An demselben unterscheidet man ein aus hohen Geisselzellen gebildetes Entoderm und eine Zellenschicht, welche durch die Einlagerung von Spindelzellen an Bindegewebe erinnert und äusserlich noch von einem Plattenepithel bekleidet wird. Die Cylinderzellen des Entoderms besitzen am freien Ende im Umkreise der Geissel eine zarte hyaline Randmembran, welche, als Fortsetzung des hyalinen Plasmas entstanden, wie ein Hohlcylinder vorsteht

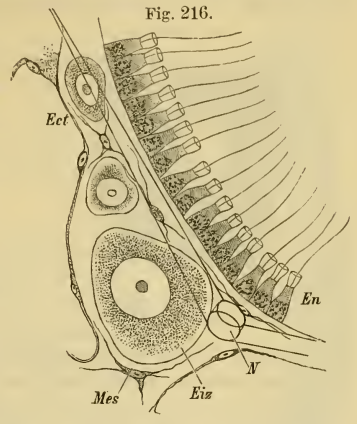
Fig. 215.



Kalknadeln von *Syconen*.

und den protoplasmatischen Kragen[1]) gewisser Flagellaten (Cylicomastiges) wiederholt. Die mächtige Schicht, in welcher die Skeletnadeln erzeugt werden, besteht aus einer hyalinen Grundsubstanz mit eingebetteten, unregelmässig verästelten, beziehungsweise spindelförmigen amöboiden Zellen und kann wie die Gallertsubstanz der Acalephen als Mesenchym (Mesoderm) betrachtet werden, während das äussere leicht nachweisbare Plattenepithel als Ectoderm aufzufassen ist (Fig. 216).

Fig. 216.

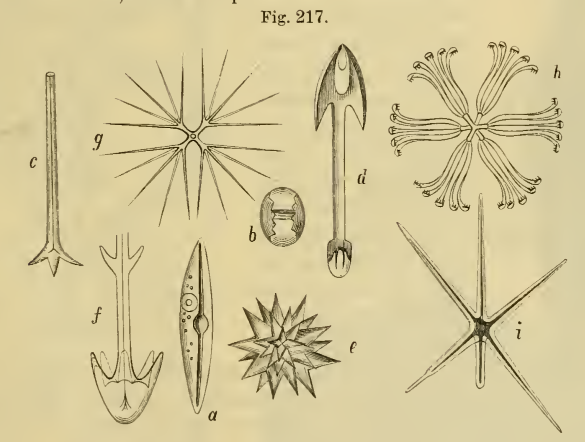


Schnitt durch einen Kalkschwamm *(Sycon raphanus)*, nach F. E. Schulze. *Ect* Ectoderm, *En* Entoderm einer Geisselkammer, *Mes* Mesoderm, *N* Kalknadel in demselben, *Eiz* Eizelle.

Die für den Spongienkörper so charakteristischen Poren oder Einströmungsöffnungen sind im Grunde nichts als intercelluläre Lücken, können sich schliessen, verschwinden und durch neu sich bildende Poren ersetzt werden (Fig. 218).

Unter den Kalkschwämmen wird die einfache, mit Hautporen

Fig. 217.



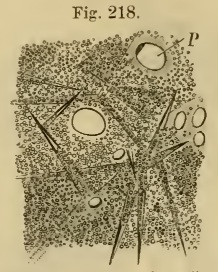
Kieselkörper verschiedener Kieselspongien. *a* Kieselnadel von *Spongilla* innerhalb der Zelle. *b* Amphidiscus einer Gemmula von *Spongilla*, *c* Anker von *Ancorina*, *d* Kieselhaken einer *Esperia*, *e* Stern von *Chondrilla*, *f* Ankerknopf von *Euplectella aspergillum*, *g*, *h* Strahlennadeln derselben, *i* sechsarmige Nadel derselben mit Centralcanal.

versehene Spongie mit endständigem Osculum (*Olynthus*-Form) durch die

[1]) Der Grund, weshalb Clark die Spongien als nächste Verwandte der Flagellaten (Choanoflagellaten) deutete und für grosse Flagellatencolonien erklärte.

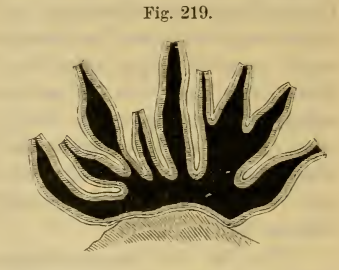
stockbildende, aus zahlreichen Hohlcylindern zusammengesetzte *Leucosolenia (Grantia)* repräsentirt, deren Bau bereits von Lieberkühn richtig erkannt wurde (Fig. 219). Complicirter gestaltet sich der Leibesraum bei den *Syconiden*, deren Centralhöhle peripherische, von Geisselzellen ausgekleidete Nebenräume oder Radialtuben ausbildet, in welche die Einströmungsöffnungen einmünden (Fig. 220). Bei anderen Kalkspongien *(Leuconiden)* gestalten sich die radialen Canäle zu unregelmässigen, nach der Peripherie hin verästelten Parietalcanälen mit erweiterten Geisselkammern. Dieser Bau des inneren Canalsystems wiederholt sich bei den übrigen Kieselschwämmen (Fig. 221).

Fig. 218.



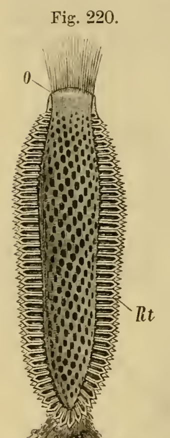
Stück der Hautschicht von *Spongilla* mit den Poren *(P)*, nach Lieberkühn.

Fig. 219.



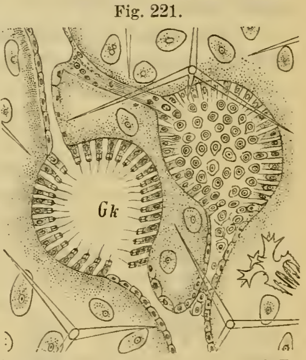
Schnitt durch einen Asconidenstock, schematisch nach E. Haeckel.

Fig. 220.



Längsdurchschnitt eines *Sycon raphanus*, schwach vergrössert. *O* Osculum mit Nadelkragen, *Rt* die Radialtuben, welche sich in die Centralhöhle öffnen.

Fig. 221.



Schnitt aus *Corticium candelabrum*, nach Fr. E. Schulze. Sehr starke Vergrösserung. *Gk* Geisselkammern.

Complicirter werden die Spongienformen durch Stockbildung, indem die ursprünglich einfache, aus einer einzigen Wimperlarve hervorgegangene Spongie auf dem Wege der Knospung, Sprossung und unvollständigen Theilung einen polyzoischen Schwammkörper erzeugt, oder indem mehrere ursprünglich gesonderte, aus je einer Larve entstandene Formen durch Verschmelzung zu einem zusammenhängenden Schwammcomplexe verwachsen (Fig. 222). Beiderlei Wachsthumsvorgänge wiederholen sich in ganz ähnlicher Weise und in denselben Modificationen bei den Polypenstöcken. Wie die fächerförmigen Netze der sog. Fächerkoralle *(Rhipidogorgia flabellum)* durch vielfache Verwachsung von

Aesten unter Anastomosirung ihrer Gastrovascularräume entstehen, so bilden sich auch hier aus verästelten Spongien (Fig. 223) netzförmige und selbst knäuelförmig verschmolzene, aber auch massige Stöcke (Fig. 224). Hier gewinnt das Canalsystem, an welchem sich die für die Einzelschwämme hervorgehobenen Abweichungen wiederholen, eine grössere Complication, theils durch Anastomosenbildung, theils dadurch, dass unregelmässige Lücken und verschlungene Gänge als Interparietalcanäle zwischen den verwachsenen Stockästen hinzutreten und Räume bilden, welche in die wimpernden Canäle einführen.

Fig. 222.



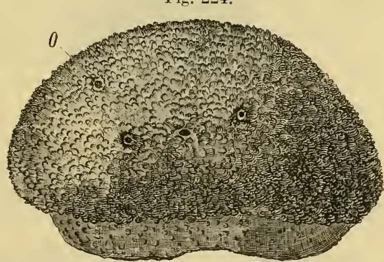
Axinella polypoides, nach O. Schmidt.

Die *Fortpflanzung* erfolgt vornehmlich auf ungeschlechtlichem Wege durch Theilung und Knospung, sowie durch Erzeugung von Keimkörpern, *Gemmulae*, aber auch durch Bildung von Eiern und Samenkapseln. Die Gemmulae oder Keimchen sind bei den Süsswasserspongillen Haufen von Schwammzellen, welche sich mit einer festen, aus Kieselgebilden *(Amphidisken)* zusammengesetzten Schale umgeben und, encystirten Protozoen vergleichbar, in einem längeren Zustande der Ruhe und Unthätigkeit verharren. Nach Ablauf der kalten sterilen Jahreszeit kriecht der Inhalt aus der Oeffnung der Kapsel hervor, umfliesst gewöhnlich die letztere und differenzirt sich mit fortschreitendem Wachsthum in alle wesentlichen Theile eines neuen kleinen Schwammkörpers. Auch bei Meeresschwämmen ist die Vermehrung durch Gemmulae verbreitet. Dieselben entstehen unter gewissen Bedingungen als kleine, von einer Haut umschlossene Kügelchen, deren Inhalt im Wesentlichen aus Schwammzellen und Nadeln gebildet ist und nach längerer oder kürzerer

Fig. 223.

Ein verästelter Asconidenstock nach E. Haeckel.

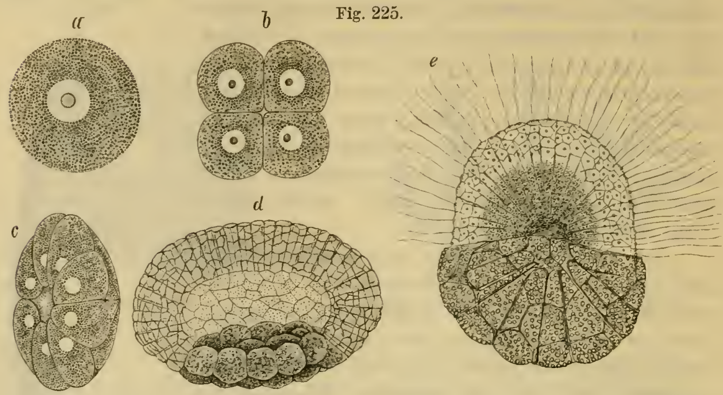
Fig. 224.



Euspongia officinalis adriatica mit einer Anzahl Oscula *(O)*, nach Fr. E. Schulze.

Zeit der Ruhe nach Zerreissen der Haut austritt. Die geschlechtliche Fortpflanzung wurde von Lieberkühn zuerst bei *Spongilla* mit Sicherheit

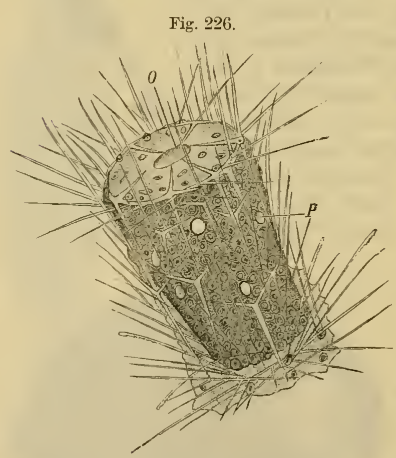
Fig. 225.



Entwicklung des *Sycon raphanus*, nach Fr. E. Schulze. *a* Reifes Ei. *b* Stadium mit vier Furchungszellen. *c* Sechzehnzelliges Furchungsstadium, *d* Blastosphaera, *e* freischwimmende Larve, die eine (entodermale) Körperhälfte aus hohen Geisselzellen, die andere (ectodermale) aus grossen körnchenreichen Zellen gebildet.

festgestellt, neuerdings aber fast in sämmtlichen Spongiengruppen nachgewiesen. Meist entstehen Samen und Eier in demselben Schwamm, gelangen aber zu verschiedenen Zeiten zur Reife.

Fig. 226.



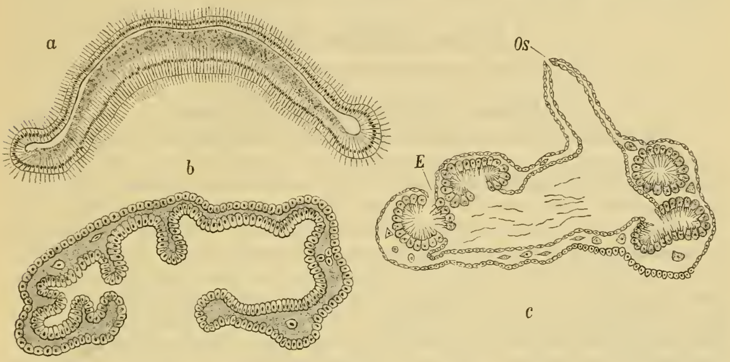
Junger *Sycon*, nach Fr. E. Schulze. *O* Osculum oder Ausströmungsöffnung, *P* Poren der Wand.

Die Samenfäden sind stecknadelförmig und liegen in kleinen, von Zellen ausgekleideten Räumen. Eier sowohl als Samenfäden entstehen im Mesoderm, erstere, indem sich einzelne Zellen desselben vergrössern und abrunden. Die Eier sind nackte, amöbenartig bewegliche Zellen und gelangen in das Canalsystem, während sie bei den lebendig gebärenden *Syconen* im Mesoderm verweilen und hier ihre Entwicklung durchlaufen. Erst später fallen dann die bewimperten Embryonen oder Larven in das Canalsystem, schwärmen aus und setzen sich fest, um sich in einen jungen Spongienkörper umzubilden.

Die *Embryonalentwicklung* ist am genauesten für die Syconen unter den Kalkschwämmen durch Fr. E. Schulze und Barrois, sodann für

Halisarca (Oscarella) lobularis durch C. Heider bekannt geworden und am eingehendsten von Yves Delage bearbeitet worden. Nach Vollendung der ziemlich äqualen Furchung (Fig. 225, *a—c*) tritt bei *Sycon (Sycandra raphanus)* eine Blastula auf, deren grössere Hälfte aus hellen Cylinderzellen gebildet wird, während der kleinere Abschnitt aus grossen, dunkelkörnigen Zellen besteht (Fig. 225 *d*). Indem die ersteren Geisselhaare gewinnen, wird der aus dem Leibesraume der Spongie austretende Embryo zu einer frei schwärmenden Larve, welche sich in der Weise umgestaltet, dass die dunklen Zellen den sich einstülpenden Kugelabschnitt mit den Geisselzellen überwachsen. Jene liefern das Ectoderm und Mesoderm, diese werden zum Entoderm der Gastralhöhle. Die Festheftung erfolgt an der Einstülpungsöffnung (Gastrulamund). Später wird der Schwammkörper cylindrisch, das

Fig. 227.



Schnitte durch drei Entwicklungsstadien von *Halisarca (Oscarella) lobularis*, nach C. Heider. *a* Gastrula nach deren Festsetzen, *b* Bildung des Mesoderms, *c* Bildung des Osculums *(Os)* und der Geisselkammern, *E* Porus einer solchen.

Osculum kommt am aboralen Pole zum Durchbruch, und Kalknadeln treten in der von Poren durchbrochenen Wand auf (Fig. 226).

In anderen Fällen wie bei *Halisarca lobularis* wird die frei schwimmende Blastula durch Einstülpung zu einer Gastrula, die sich an den Rändern des weiten Blastoporus festheftet (Fig. 227 *a*). Während dieser sich verengt, um sich später ganz zu schliessen, wird zwischen Ectoderm und Entoderm eine flüssige Gallerte ausgeschieden, in welche (wohl vom Entoderm) Zellen einwandern und mit jener das Mesoderm darstellen. Durch radiäre Ausstülpungen des Gastralraumes entstehen die Geisselkammern und an deren Oberfläche Durchbrechungen, die Poren (Fig. 227 *b*). Schliesslich bricht am aboralen Pole auf einem röhrenförmigen Fortsatz das Osculum durch (Fig. 227 *c*), und der junge Sycon ist gebildet.

Uebrigens bestehen in der Entwicklungsweise der Spongien grosse Verschiedenheiten. Nicht selten ist die Larve unterhalb des mit Geisseln bekleideten Epithels dicht mit Zellenmaterial erfüllt.

Mit Ausnahme von *Spongilla* gehören die Spongien dem Meere an, wo dieselben in weiter Verbreitung angetroffen werden. In geringen Tiefen leben die Hornschwämme, sowie die Myxospongien und Kieselhornschwämme, in sehr bedeutenden Tiefen die Hexactinelliden. Auch finden sich in älteren Formationen, namentlich in der Kreide, petrificirte Ueberreste von Spongien erhalten, die von den meisten gegenwärtig lebenden sehr verschieden sind. Dagegen stimmen die Glasschwämme der Tiefsee so sehr mit Formen der Vorwelt überein, dass sie als unmittelbare Fortsetzung der letzteren erscheinen. Uebrigens reichen viele der Hauptgruppen bis in das paläolithische Zeitalter zurück, in welchem vornehmlich Lithistiden und Hexactinelliden schon in den ältesten silurischen Schichten angetroffen werden. Daher liefert die Paläontologie für die Beurtheilung der phylogenetischen Entwicklung der Spongien keinerlei Anhaltspunkte.

I. Classe. Spongiae, Spongien.

Mit den Charakteren der Spongiarien.

1. Ordnung. *Calcispongiae,* Kalkschwämme.

Meist farblose, selten rothgefärbte Spongien und Spongienstöcke, deren Skelet aus Kalknadeln besteht. Entweder sind dieselben einfache Nadeln oder dreiarmige oder vierarmige Kreuznadeln. Sehr häufig aber treten zwei oder drei Nadelformen in derselben Spongie auf. Fam. *Asconidae*, Kalkschwämme mit einfachen Porengängen der Wandung. *Grantia* Lk. (*Leucosolenia* Bbk.) *Gr. botryoides* Lk. (*Ascandra complicata* E. Haeck.), Helgoland, mit *Gr. Lieberkühnii* O. S. aus dem Mittelmeer und der Adria nahe verwandt. Fam. *Leuconidae* (Leuconen), Kalkschwämme mit dicker Wandung, welche von verästelten Canälen durchsetzt wird. *Leuconia* Grt. *L. (Leucetta) primigenia* E. Haeck. Fam. *Syconidae* (Syconen). Meist solitäre Kalkschwämme mit dicker Wandung, welche von geraden Radialtuben durchsetzt wird. Die letzteren springen an der Oberfläche als kegelförmige Erhebungen der Wandung vor. *Sycon* Risso, *S. (Sycandra) raphanus* O. S., Adria (Fig. 220).

2. Ordnung. *Fibrospongiae,* Faserschwämme.

Ohne Skelet oder mit hornigen oder kieseligen Skelettheilen.

1. Unterordnung: *Myxospongiae,* Gallertschwämme. Weiche fleischige Schwämme ohne jegliches Skelet, mit hyalinem gallertigen und oft von Fasersträngen durchsetzten Mesoderm. Die ziemlich hohen Ectodermelemente sind Geisselzellen. Fam. *Halisarcidae. Halisarca* Duj. *H. lobularis* O. S., von dunkelvioletter Farbe, Steine krustenartig überziehend, Sebenico. *H. Dujardinii* Johnst. bildet weisse Ueberzüge auf Laminarien der Nordsee.

2. Unterordnung. *Ceraospongiae,* Hornschwämme. Meist verästelte oder massige, zuweilen rindenähnliche Spongienstöcke mit einem Hornfasergerüst, in welchem auch Kiesel- und Sandkörper als fremde Einschlüsse auftreten. Fam. *Spongiadae, Euspongia* O. S. Mit sehr elastischem, gleichmässig starkem Fasergerüst, meist als Wasch- und Badeschwämme verwendbar. *E. adriatica* O. S. (Fig. 224), *(Hippospongia) equina* O. S., Pferdeschwamm von Leibform, *zimocca* O. S., im griechischen Archipel, *molissima* O. S., Levantinerschwamm von Becherform. *Spongelia elegans* Nardo. *Aplysina aërophoba* Nardo.

3. Unterordnung. *Halichondriae,* Kieselhornschwämme. Sehr verschieden gestaltete Spongien mit vorwiegend einachsigen Kieselnadeln, einfachen Kieselspicula, welche durch zarte oder festere Plasmaumlagerungen verbunden, beziehungsweise netzförmig angeordnet oder in Spongienfasern eingeschlossen liegen. Fam. *Chrondrosidae (Gummineae),* Leder-

schwämme. *Chrondrosia reniformis* Nardo. Ohne Kieselkörper, mit Fasern in dem Mesodermgewebe. Fam. *Renieridae,* Spongien von geringer Consistenz mit kurzen Nadeln. *Reniera porosa* O. S. Fam. *Spongillidae.* Massig oder verästelt, mit einfachen, durch Sarcodehäute verbundenen Nadeln. *Spongilla fluviatilis* Lk., *Sp. lacustris* Lk. Süsswasserspongien. Fam. *Suberitidae.* Schwämme von massiger Form mit geknöpften Kieselnadeln, die in der Regel in netzartigen Zügen angeordnet sind. *Suberites* Nardo. *S. domuncula* Nardo, Adria, Mittelmeer. *Vioa typica* Nardo, der Bohrschwamm, an Austerschalen. Fam. *Chalinopsidae.* Derbere strauchförmige Schwämme mit Kieselskelet und mit oder ohne Fasergewebe. *Axinella polypoides* O. S., Adria (Fig. 220), *Clathria coralloides* O. S., Adria. Verwandt sind *Esperia* Nardo und *Myxilla* O. S.

4. Unterordnung. *Lithospongiae,* Steinschwämme. Kieselschwämme von derber Consistenz, mit vierstrahligen Kieselgebilden *(Tetractinellidae).* Fam. *Geodiidae.* Rindenschwämme mit Ankernadeln und mit Kieselgebilden in der Rinde. *Geodia gigas* O. S., Quarnero.

5. Unterordnung. *Hyalospongiae,* Glasschwämme, Spongien mit einem festen, oft hyalinen Gitterwerk von Kieselnadeln, die den sechsstrahligen Typus zur vollen Ausprägung bringen *(Hexactinelliden)* und durch geschichtete Kieselsubstanz verkittet sein können. Fam. *Hexactinellidae,* Glasschwämme. Mit zusammenhängenden Kieselgerüsten und geschichteten, sechsstrahlige Kieselkörper verkittenden Fasernetzen von Kieselsubstanz, häufig mit isolirten Nadeln und Büscheln von Kieselhaaren zur Befestigung. Leben grossentheils in bedeutenden Tiefen und sind den fossilen *Ventriculitiden* verwandt. *Dactylocalyx* Bbk., *Euplectella* Owen. *E. aspergillum* Ow., Philippinen. Im Leibesraume dieses Glasschwammes leben: Aega spongiphila und ein kleiner Palaemon. *Hyalonema Sieboldii* Gray, Japan.

II. Unterkreis. Cnidaria = Coelenterata s. str.[1]), Nesselthiere.

Mit endständigem, am Oralpole der Larve entstandenem Mund und Nesselkapseln in den Epithelialgeweben der Polypen oder Medusen, ohne Poren der Haut zur Einführung der Nahrung.

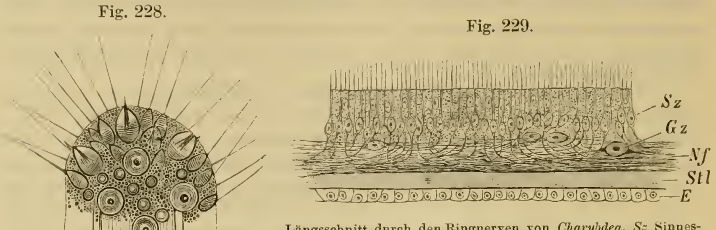
Die Cnidarien repräsentiren die Coelenteraten im engeren Sinne, in deren Bau die radiäre Gliederung strenger durchgeführt erscheint. Die amöboide Zelle tritt als selbstständige, für die Bewegung und Ernährung bedeutungsvolle Gewebseinheit mehr zurück, wenngleich die Entodermzelle noch nach Art der Amöbe feste Körper aufzunehmen und intracellulär zu verdauen vermag. Porensysteme der Haut zur Einführung von Nahrungskörpern fehlen, während eine der Lage nach dem Blastoporus entsprechende Mundöffnung die Nahrungsaufnahme besorgt. Sehr allgemein treten als Erzeugnisse von Epithelzellen vornehmlich im Ectoderm, jedoch auch im Entoderm Nesselkapseln auf. Jede Nesselzelle *(Cnidoblast),* welche aus ihrem Inhalt eine Nesselkapsel zur Reife gebracht, besitzt einen feinen oberflächlichen Plasmafortsatz *(Cnidocil),* der wahrscheinlich für den Reiz mechanischer Berührung sehr empfindlich ist und zur Sprengung der Kapsel

[1]) M. Edwards et J. Haime, Histoire naturelle des Coralliaires, 3 Tom. Paris 1857—1860. L. Agassiz, Contributions of the Natural History of the United States of America, Vol. III—IV, 1860—1862. G. J. Allman, A Monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids, 2 vol. London 1871—72. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen I, Giessen 1853; ferner: Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. Archiv für Naturgesch., 1854. C. Claus, Ueber Halistemma tergestinum. Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien. E. Haeckel, System der Medusen. Jena 1880 und 1881.

Anlass gibt (Fig. 212). Nicht selten finden sich die Cnidoblasten an gewissen Stellen dicht gehäuft und bilden wulstförmige Anschwellungen, Nesselwülste (Fig. 228) oder Nesselknöpfe *(Siphonophoren)*.

Auch die Differenzirung der Gewebe und Organe zeigt sich den Spongiarien gegenüber höher vorgeschritten. Insbesondere treten im Ectoderm

Fig. 228. Fig. 229.

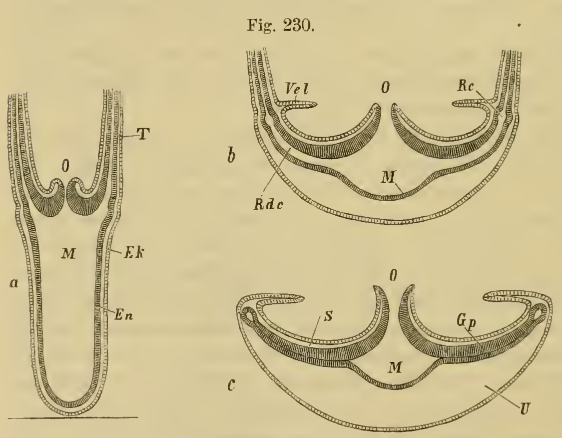


Nesselwulst am Tentakelende einer *Scyphostoma.*

Längsschnitt durch den Ringnerven von *Charybdea. Sz* Sinneszellen des Ectoderms, *Gz* Ganglienzellen, *Nf* Nervenfasern. *Stl* Stützlamelle, *E* Entodermzellen.

Sinneszellen, nicht selten als specifische Sinnesorgane gruppirt, sodann Nervenzellen und Nervenfasern auf. Die letzteren bilden dann oft eine tiefere Schicht von Faserzügen unterhalb der oberflächlichen Ectodermlage, von der sie als Ausläufer von Sinneszellen ihren Ursprung nehmen (Fig. 229). Bei vielen Medusen, den *Craspedoten* und *Charybdeen*, findet sich ein doppelter oder einfacher Nervenring in der Nähe des Scheibenrandes, während bei den Polypen *(Actinien)* die Nervenfasern in mehr unregelmässiger Vertheilung auftreten. Die für die Cnidarien charakteristischen Formen, der *Polyp* und die *Scheibenqualle*, treten in zwei verschiedenen, einander correspondirenden Modificationen auf. Die einfachere Polypenform ist die des *Hydropolypen*, wie sie in dem Süsswasserpolypen *(Hydra)* zur Erscheinung kommt, ein

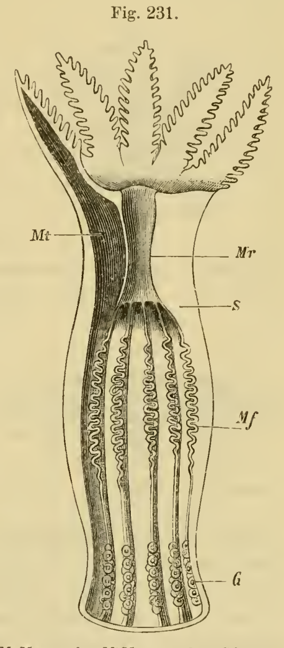
Fig. 230.



Schematische Längsschnitte des Hydropolypen und der aus demselben abzuleitenden Hydromeduse. *a* Hydropolyp, *O* Mund, *T* Tentakel, *M* Magenraum, *Ek* Ectoderm, *En* Entoderm; *b* Hydromeduse im Durchschnitt zweier Radiärcanäle *Rdc*, *Rc* Ringcanal, *O* Mund, *Vel* Velum; *c* Durchschnitt durch zwei intermediäre Radien, *Gp* Gefässplatte, *S* Subumbrella, *U* Umbrella.

am aboralen Pole festgehefteter Schlauch mit Fangarmen im Umkreis des Mundes, mit cylindrischer, in die Fangarme sich fortsetzender, von Entoderm bekleideter Gastralhöhle und structurloser, zwischen Ectoderm und Entoderm ausgeschiedener Stützlamelle (Fig. 230 *a*). Einen complicirteren Bau besitzt der *Korallenpolyp* durch das Vorhandensein eines Schlundrohres und 4, 6, 8 etc. um dasselbe gebildeten taschenförmigen Ausstülpungen der Gastralhöhle. Diese werden durch mesodermale Fortsätze der Leibeswand getrennt, welche sich als in die Gastralhöhle hineinragende, mit Mesenterialfilamenten besetzte Scheidewände bis zum aboralen Pole fortsetzen (Fig. 231). Die Scheibenqualle tritt entweder als *Hydromeduse (craspedote Meduse)* oder als *Scyphomeduse (Acalephe)* auf. Die erstere ist auf den an die freischwimmende Lebensweise angepassten Hydropolypen zurückzuführen, der auch im Jugendzustande der Hydromedusen-Entwicklung wiederkehrt. Unter beträchtlicher Verkürzung der Längsachse und Verbreiterung der Querdimensionen hat sich der aborale, vom Fixationspunkt losgelöste Theil kuppelförmig gerundet und schirmartig (Umbrella) ausgedehnt, während die Mundscheibe zur contractilen und von einem muskulösen Velum umsäumten, concav ausgehöhlten Subumbrella verbreitert ist, in deren Mitte sich die Umgebung des Mundes oft stielartig (Mundstiel) erhebt (Fig. 230 *b*). Den Fangarmen des Polypen entsprechen die Randfäden oder Tentakeln am Scheibenrand, der Stützmembran die mächtig verdickte elastische Gallertscheibe der Umbrella, sowie die meist festere Gallertplatte der Subumbrella, der dort einfachen Gastralhöhle die complicirter gestaltete, durch partielle Verschmelzung der oralen und aboralen Entodermbekleidung *(Gefässplatte)* (Fig. 230 *c, Gp*) in Centralmagen *(M)*, Radiärgefässe *(Rg)* und Ringgefäss gesonderte Gastralcavität (Fig. 230 *b*). Die *Scyphomeduse* oder *Acalephe* ist auf eine vierstrahlige, dem *Korallenpolyp* (Anthozoen) ähnliche Polypenform, den *Scyphopolypen*, zurückzuführen, den sie im jugendlichen Alter in vereinfachter Form wiederholt. Derselbe gleicht einem vierstrahligen Korallenpolypen mit anfangs 4, später 8, 12, 16 und mehr Fangarmen, von dessen Mundscheibe aus vier Längswülste (Gastralwülste) den Gastralraum durchsetzen, welcher durch dieselben in vier peripherische Halbcanäle ge-

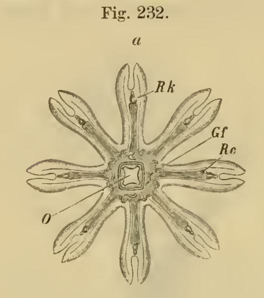
Fig. 231.



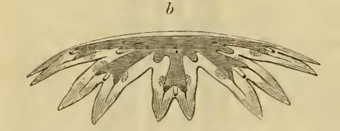
Mr Magenrohr, *Mt* Magentaschen, *S* Septum, *Mf* Mesenterialfalten, *G* Geschlechtsorgane.

gliedert wird. Aus einer solchen Polypenform mit entodermal ausgekleidetem Schlundrohr geht nun die Scyphomeduse in ähnlicher Weise wie die Hydromeduse aus dem Hydropolypen hervor, indem nach Rückbildung der die primären Magenrinnen trennenden Gastralwülste, von deren Resten aus sich die Gastralfilamente entwickeln, aborale und orale Entodermbekleidung des erweiterten und abgeflachten Körpers in radiären (8, 16) Feldern verlöthen, zwischen welchen ebensoviele, anfangs weite, später canalartig

Fig. 232.

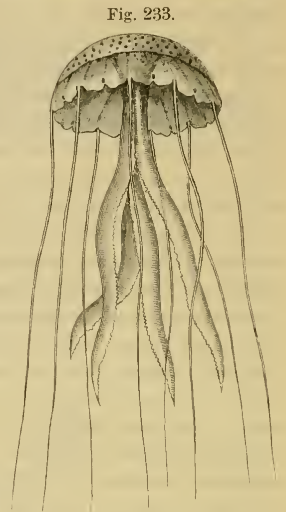


a Acalephenlarve *(Ephyra)*. *Rk* Randkörper, *Gf* Gastralfilament, *Rc* Radiärcanal, *O* Mund.



b Freigewordene Ephyra (von circa 1·5 bis 2 Mm. Durchmesser).

Fig. 233.



Junge *Chrysaora* im Pelagiastadium mit acht Randfäden.

verengte Gefässe (Radiärgefässe) zurückbleiben. Während am Rande die Tentakeln des Polypen obliteriren, erheben sich acht Paare von Randlappen und im Zwischenraume eines jeden Paares ein Randkörper oder Sinneskolben. Aus dem Scyphopolypen, beziehungsweise dessen erweiterten und abgeschnürten Vorderstück entsteht auf diese Weise die Larvenform der acraspeden Scheibenqualle, die Ephyra (Fig. 232), welche durch weitere Umgestaltungen zur Schirmqualle wird (Fig. 233).

I. Classe. Anthozoa = Actinozoa [1]), Korallenpolypen.

Polypen mit ectodermalem Mundrohr, mit Magentaschen und Mesenterialfalten, mit entodermalen Geschlechtsorganen; ohne medusoide Geschlechtsgeneration, meist mit festen mesodermalen Kalkskeletten.

[1]) Ehrenberg, Beiträge zur physiologischen Kenntniss der Korallenthiere im Allgemeinen und besonders des rothen Meeres, desgl. über die Natur und Bildung der Korallenbänke. Abhandl. der Berliner Akad., 1832. Ch. Darwin, The Structure and Distribution

Die Anthozoen- oder Korallenpolypen unterscheiden sich von den Polypen der *Hydromedusen* durch ihre bedeutendere Grösse und complicirtere Bildung des Gastrovasculärraumes. Dieser ist kein einfacher Hohlraum des Körpers, sondern zerfällt durch verticale Scheidewände, *Mesenterialfalten*, in ein System von senkrechten Taschen, welche in die centrale Gastralhöhle münden und in der Peripherie oft noch mit einem Systeme capillarer Gänge der Körperwandung in Verbindung stehen. In ihrem oberen Verlaufe schliessen sich die Taschen zu den in die Höhlungen der Tentakeln einführenden Canälen, indem die Ränder der sie begrenzenden Mesenterialsepten mit der äusseren Wandung des von der Mundöffnung herabhängenden Magenrohres verbunden sind. Doch kann in jedem Septum unterhalb der Mundscheibe eine Oeffnung bleiben, durch welche die benachbarten Taschenräume communiciren. Das Mundrohr ist seiner Bedeutung nach Speiseröhre und besitzt an seinem hinteren Ende, da, wo die peripherischen Taschen in die Centralhöhle münden, eine verschliessbare Oeffnung, durch welche der Raum des Magenrohres mit dem Gastrovascularsystem communicirt. Ausser zur Nahrungsaufnahme wird der Mund auch als Auswurföffnung der Excretionsstoffe verwendet. Als die Verdauung befördernde Secrete sind vielleicht die Absonderungen knäuelartig gewundener Bänder *(Mesenterialfilamente)* am Rande der Septen zu betrachten (Fig. 231).

Der Polypenleib besteht aus einer äusseren Zellenbekleidung, aus einer inneren, die Gastralräume auskleidenden Zellenschicht und aus dem zwischengelagerten Bindegewebe von sehr verschiedener Dicke und Beschaffenheit *(Mesoderm)*. Dieses erscheint seltener als Gallertgewebe, häufig als feste, von spindel- und sternförmigen Zellen durchsetzte homogene *(Alcyoniden, Gorgoniden)* Bindesubstanz, die sich jedoch auch zu fibrillärem Bindegewebe umgestalten kann und zum Sitz der Kalkablagerungen wird. Auch Muskelfasern, welche von Entodermzellen stammen, können vom Mesoderm aufgenommen werden, während die neuerdings entdeckten ectodermalen Sinnesepithelien und Nervenfibrillen an der Mundscheibe und den Fangarmen ihre oberflächliche Lage bewahren. Die Geschlechtsstoffe entstehen nahe am Rande der Septen oberhalb der Mesenterialfilamente als bandförmige oder krausenartig gefaltete Verdickungen und sind Entodermproducte. In der Regel sind die Geschlechter getrennt, indessen werden auch herma-

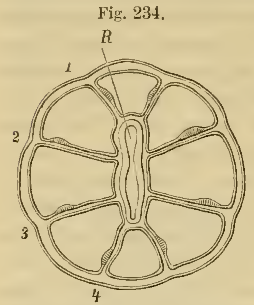
---

of Coralreefs. London 1842. J. D. Dana, United States Expl. Expedition, Zoophytes. Philadelphia 1846. M. Edwards et J. Haime, Histoire naturelle des Corailliaires. 3 Tom. Paris 1857—1860. Lacaze Duthiers, Histoire naturelle du Corail. Paris 1864. Gosse, Actinologia britannica. London 1860. Kölliker, Anatomisch-systematische Beschreibung der Alcyonarien, 1872. Moseley, The Structure and Relations of the Alcyonarian Heliopora coerulea etc. Philos. Transactions of the Roy. Soc., 1876. O. und R. Hertwig, Die Actinien anatomisch-histologisch etc. untersucht. Jen. Zeitschr. Tom. XIV, 1880. R. Hertwig, Die Actinien der Challenger-Expedition. Jena 1882. A. Andres, Le Attinie. Leipzig 1884. Vergl. ferner die Schriften von Boveri, v. Heider u. A.

phroditische Individuen angetroffen; selten sind alle Individuen hermaphroditisch, z. B. bei *Cerianthus.*

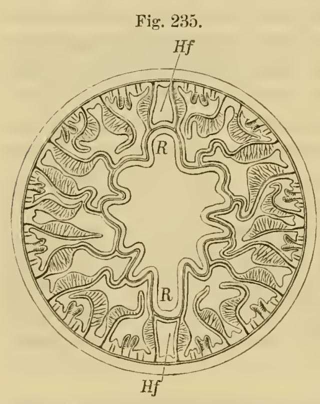
Die aus den befruchteten Eiern nach Ablauf der totalen Furchung ausgeschlüpften Jungen werden häufig als bewimperte Larven lebendig geboren und besitzen sowohl einen inneren Gastralraum, als an dem bei der Bewegung nach hinten gerichteten Pole eine Mundöffnung. In solcher Gestalt setzen sie sich mit dem der Mundöffnung entgegengesetzten Pole fest und treiben in der Umgebung des Mundes 2, dann 4, 8, 12 etc., bei den Octactinien sogleich 8 Tentakeln. Bei den Polyactinien, deren Fangarme und Mesenterialtaschen sich auf ein Multiplum der 6-Zahl zurückführen lassen, glaubte man früher mit M. Edwards irrthümlich, dass zuerst 6 primäre, dann zwischen denselben 6 secundäre Septen zur Entwicklung gelangten, hierauf 12 dritter, 24 vierter Ordnung etc. gebildet würden, dass also die Septen gleicher Grösse gleichhalterig seien und je einem zu gleicher Zeit gebildeten Cyklus angehören. Indessen lieferte Lacaze Duthiers den Nachweis, dass ein ganz anderes Wachsthumsgesetz die Zunahme der Septen und Fangarme bestimmt, dass anfangs eine durchaus symmetrische Gestaltung zu Grunde liegt, aus der erst später durch Egalisirung der alternirenden ungleichalterigen Elemente die regulär radiäre Architektonik hervorgeht. R. Hertwig hat dann das Wachsthumsgesetz der Septalsysteme specieller festgestellt. Ein äusseres Merkmal der bilateralen Symmetrie, welche für die Gestaltung der Architektonik charakteristisch ist, findet sich ausgesprochen in der langgezogenen, in der Ebene der beiden primären Tentakeln liegenden Mundspalte. Die oft durch eine oder zwei Mundrinnen ausgezeichnete Mundspalte bezeichnet also die Hauptebene (Sagittalebene), zu deren Seiten sich die Septensysteme spiegelbildlich gleich verhalten. Falls die beiden Haupttentakeln einander gleich und zwei Schlundrinnen vorhanden sind, trennt auch die senkrecht zur Hauptebene gezogene Transversalebene den Leib in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften (Fig. 235), und die Anordnung ist eine *zweifach symmetrische (Actinien, Madreporarien)* im Gegensatze

Fig. 234.



Querschnitt durch eine Octactinie (Alcyonium), nach R. Hertwig. *R* Schlundrinne, *1, 2, 3, 4* die vier Septenpaare mit ihren Muskelfasern.

Fig. 235.



Querschnitt durch eine Actinie (Adamsia), nach R. Hertwig. *Hf* die Fächer der Hauptebene (Richtungsfächer), *R* Mundrinne.

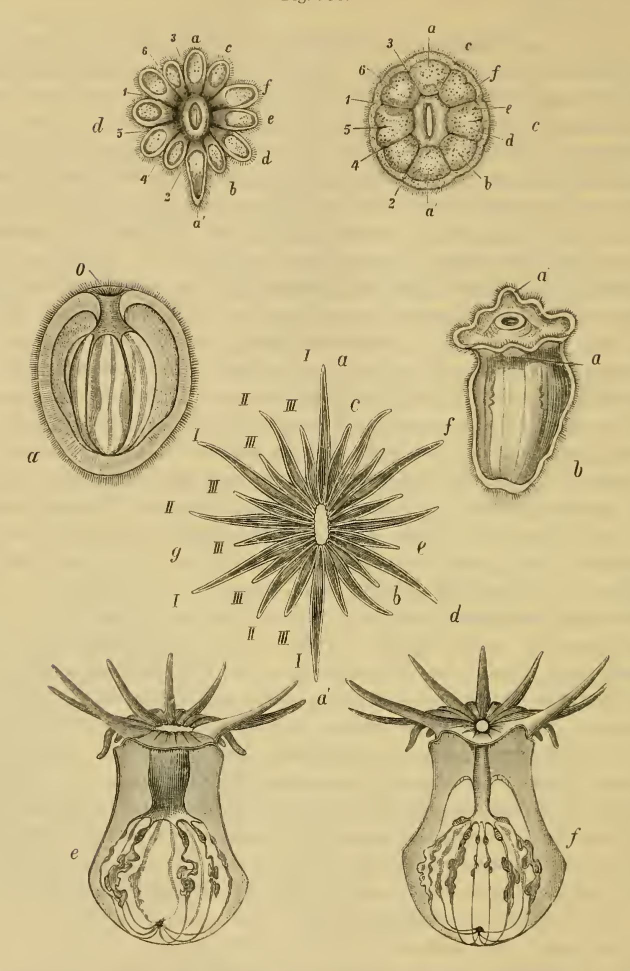
zu der *einfachen* Symmetrie der *Octactinien* (Fig. 234), *Cerianthus* und der *Tetracollarier*.

Aus der Abtheilung der Polyactinien sind die jüngsten Larven der Actinien (*A. mesembryanthemum, Sagartia, Bunodes*) genauer untersucht. Dieselben sind kleine, mit Wimpern bekleidete Planulae, deren einer etwas ausgezogener Pol einen Schopf längerer Cilien trägt (Fig. 236 *a*). Das gegenüberliegende abgeflachte Leibesende ist von der Mundöffnung durchbrochen, welche mittelst kurzer, durch Einstülpung entstandener Oesophagealröhre in den engen Gastralraum führt. Die erste Differenzirung besteht in dem Auftreten zweier einander gegenüberstehenden Falten, durch welche die Gastralhöhle in zwei ungleich grosse Taschenräume getheilt wird. Symmetrisch und rechtwinkelig zu diesen primären Mesenterialfalten zieht sich die Mundöffnung in Form einer longitudinalen Spalte aus, so dass man durch dieselbe die Lage der Hauptebene bestimmen kann. Bald erheben sich in dem grösseren Taschenraume, den wir den vorderen nennen wollen, einander gegenüber symmetrisch zur Mittelebene zwei neue Falten, so dass nunmehr vier Kammern, eine vordere und hintere und zwei kleinere seitliche, vorhanden sind. Alsdann entwickelt sich im hinteren Raume ein drittes und in rascher Folge in den seitlichen Taschen ein viertes Faltenpaar, welches dem vorausgegangenen an Grösse nur wenig nachsteht. Nachher werden die an die primären Falten angrenzenden Räume abermals durch entsprechende Septen geschieden. Die 12 so gebildeten Gastrovasculartaschen egalisiren sich nunmehr allmälig und können in ein unpaares, in der Medianebene gelegenes Paar und in fünf zu denselben symmetrisch gestellte Paare gesondert werden. Schon vor der Anlage des fünften und sechsten Septenpaares beginnt die Hervorsprossung der Tentakeln am oralen Ende der Gastrovasculartaschen, und zwar erhebt sich zuerst der Tentakel des unpaaren [1]) vorderen Taschenraumes, den nachfolgenden an Grösse vorauseilend. Dann treten der gegenüberstehende und die übrigen paarweise geordneten Tentakeln zuerst als kleine warzige Erhebungen hervor. Nachdem sämmtliche 12 Fangarme gebildet sind, egalisiren sich dieselben alternirend, so dass 6 grössere Fangarme, zu denen die unpaaren Tentakeln der Längsachse gehören, mit ebensoviel kleineren wechseln und zwei Kreise von 6 Armen erster und ebensoviel Armen zweiter Ordnung vorhanden sind (Fig. 236 *d*).

Die 12 zunächst entstehenden Septen bilden sich nicht etwa auf Kosten der Theilung eines jeden der 12 Gastrovasculartaschen, sondern zu sechs Paaren symmetrisch vertheilt in den Elementen des zweiten Cyklus. Die Grösse der neugebildeten, anfangs kurzen Tentakeln regelt sich später in der Weise, dass die an die Tentakeln der zweiten Ordnung angrenzenden 6 Fangarme die ersteren bald überragen und nun an Stelle jener scheinbar den zweiten Cyklus repräsentiren. Das gleiche Gesetz des Wachsthums mit

[1]) Aehnlich wie im Kreise der Hydromedusen der erste Tentakel des jungen Scyphistomapolypen.

Fig. 236.

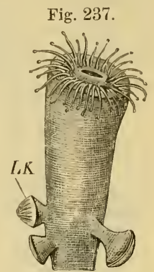


Aus der Entwicklungsgeschichte von *Actinia mesembryanthemum*, nach Lacaze Duthiers. *a* Larve mit acht Scheidewänden und zwei Mesenterialfilamenten. *O* Mund. — *b* etwas weiter vorgeschrittene Larve mit den Anlagen von acht Fangarmen. *a'* der zuerst entstehende Tentakel des vorderen unpaaren Taschenraumes. — *c* Larve mit der Anlage der zwölf ersten Scheidewände, vom Mundpol gesehen. Mit *1—6* sind die Scheidewände der Reihenfolge ihres Auftretens nach, mit *a—f* die Taschen bezeichnet. — *d* Larve mit den zwölf ersten Tentakelanlagen in gleicher Ansicht, an denen bereits die Anordnung in zwei alternirende Cyklen bemerkbar ist. — *e, f* junge Actinie mit 24 alternirend egalisirten Armen in zwei senkrecht zu einander geführten Längsschnitten. — *g* Mund und Arme derselben, von der Mundfläche gesehen. Links die Fangarme mit *I—III* in Cyklen der Grösse nach, rechts mit *a—f* jene der ersten sechs Taschenpaare bezeichnet.

nachfolgender Egalisirung und Substitution wiederholt sich nun im Verlaufe der weiteren Entwicklungsvorgänge, unter denen der nunmehr am hinteren Pole fixirte Polyp die Zahl seiner Fangarme vergrössert (Fig. 236 *e, f*).

Von grosser Bedeutung ist die Fortpflanzung durch *Sprossung* und *Theilung*. Knospen können an verschiedenen Stellen gebildet werden, selbst am Mundende, in welchem Falle eine strobilaähnliche Form zu Stande kommt. Bei *Blastotrochus* entstehen die Knospen rechtwinkelig zur Achse des Mutterthieres (Fig. 237). Bleiben die so erzeugten Individuen untereinander verbunden, so kommt es zur Entstehung von Polypenstöcken, welche eine sehr verschiedene Form und grossen Umfang gewinnen können. In der Regel liegen die Individuen in einer gemeinschaftlichen Körpermasse, *Coenenchym*, eingebettet und communiciren mehr oder minder unmittelbar mit ihren Gastralräumen, so dass die von den Einzelpolypen erworbenen Säfte in den gesammten Stock übertreten. Derselbe bietet uns meist ein zutreffendes Beispiel für einen aus gleichartigen Gliedern zusammengesetzten Thierstaat (Fig. 238). Nur die Arbeit der Geschlechtserzeugnisse vertheilt sich in der Regel auf verschiedene Individuen, die aber zugleich alle vegetativen und animalen Verrichtungen übereinstimmend besorgen.

Fig. 237.



Blastotrochus nutrix, nach C. Semper. *LK* Lateralknospen.

Die Anthozoen sind besonders durch ihre *Skeletbildungen* (Polyparien) bedeutungsvoll. Fast überall, mit Ausnahme der *Actinien*, lagern sich im Mesoderm feste, kalkige Theile ab. Bei den Octactinien liegen den Skeletbildungen verschieden geformte Kalkkörper, *Sklerodermiten*, zu Grunde (Fig. 239), welche entweder unverbunden bleiben oder durch einen Kitt zu grösseren Massen verbunden werden (Achse von *Corallium*); es können auch hornige Ablagerungen in der Achse auftreten *(Gorgoniden)*. Mit Ausschluss von Kalkkörpern, durch Verkalkung des Coenenchyms entsteht das feste, oft steinharte Kalkskelet der *Madreporaria*. Am Einzelthiere beginnt die Bildung dieses *Skelettes der Unterhaut* an der Fussfläche und schreitet von da in der Weise fort, dass neben dem verkalkten *Fussblatt* im unteren Theile des Polypenkörpers ein mehr oder minder becherförmiges *Mauerblatt* entsteht, von welchem zahlreiche senkrechte Plättchen, *Septa*, ausstrahlen (Fig. 240). Am becherförmigen Kalkgerüst des Einzelpolypen wiederholt sich daher die Architektonik des Gastrovascularraumes, nur dass die Kalksepten den Zwischenräumen der Scheidewände entsprechen. Auch wächst

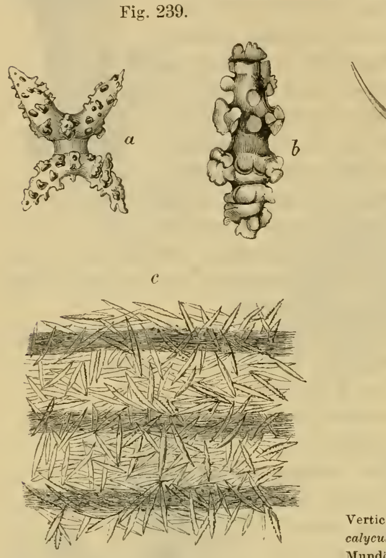
Fig. 238.

P

Zweig eines Polypariums von *Corallium rubrum*, Edelkoralle, nach Lacaze Duthiers. *P* Polyp.

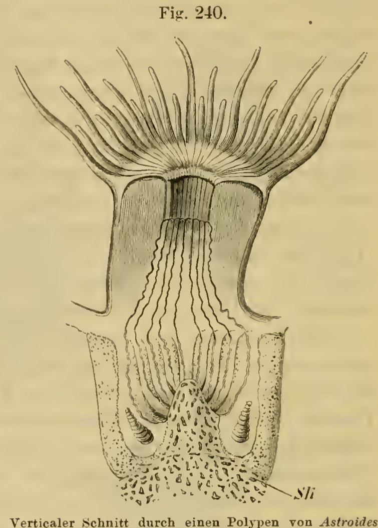
die Zahl der Kalksepten wie die der Scheidewände und Tentakeln mit dem Alter der Polypen nach demselben Gesetze. Durch weitere Differenzirungen wird eine grosse Zahl von systematisch wichtigen Modificationen des Skelettes hervorgerufen; zuweilen erhebt sich in der Achse des Bechers eine säulenartige Kalkmasse *(Columella),* und in deren Umgebung, getrennt von den Strahlen des Mauerblattes, ein Kranz von Kalkstäbchen *(Pali)* (Fig. 241). Es können ferner zwischen den Seitenflächen der Strahlen Spitzen und Bälkchen als *Synapticulae* oder auch horizontale Scheidewände, *Dissepimenta,* zur Ausbildung kommen, wie andererseits auch die Aussenfläche des Mauer-

Fig. 239.



Kalkkörper (Sklerodermiten) von *Alcyonarien,* nach Kölliker. *a* von *Plexaurella,* *b* von *Gorgonia,* *c* von *Alcyonium.*

Fig. 240.



Verticaler Schnitt durch einen Polypen von *Astroides calycularis,* nach Lacaze Duthiers. Man sieht die Mundöffnung und das Oesophagealrohr nebst den an dasselbe befestigten Scheidewänden, desgleichen die Kalksepten zwischen letzteren und die Columella des Skelettes *(Sk).*

blattes vorspringende Rippen *(Costae)* und zwischen diesen ähnliche Dissepimente aufweisen kann.

Die bedeutendsten Formenverschiedenheiten der Polypenstöcke sind nicht allein durch die abweichenden Skeletbildungen der Polypenleiber veranlasst, sondern das Resultat eines verschiedenen, durch Sprossung und unvollkommene Theilung bedingten Wachsthums. Demgemäss unterscheidet man zahlreiche Modificationen verästelter Stöcke, z. B. der *Madreporen* (Fig. 242) und *Oculiniden* (Fig. 243); ferner lamellöse und massige Stöcke, wie sie die *Astraeen* (Fig. 244) und *Maeandrinen* (Fig. 245) bieten.

Die *Anthozoen* sind durchaus Bewohner des Meeres und leben vorzugsweise in den wärmeren Zonen, wenngleich einzelne Typen der fleischigen

Octactinien und auch Actinien über alle Breiten sich erstrecken. Die Polypen, welche Bänke und Riffe bauen, beschränken sich auf einen etwa vom 28. Grad nördlicher und südlicher Breite begrenzten Gürtel und reichen nur hie und da über denselben hinaus. Meist leben dieselben in der Nähe der Küsten

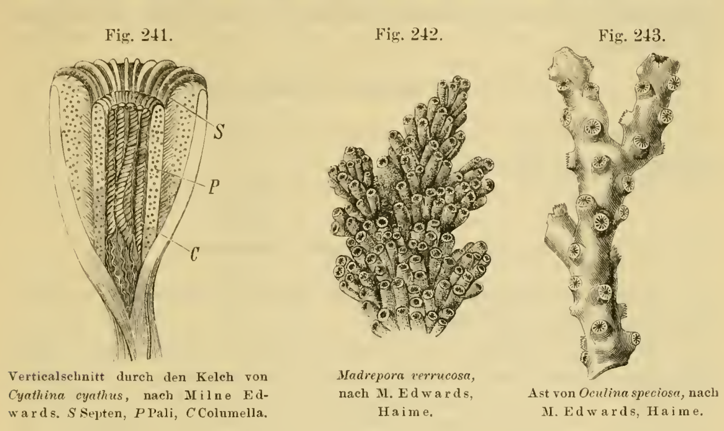


Fig. 241. Verticalschnitt durch den Kelch von *Cyathina cyathus*, nach Milne Edwards. *S* Septen, *P* Pali, *C* Columella.

Fig. 242. *Madrepora verrucosa*, nach M. Edwards, Haime.

Fig. 243. Ast von *Oculina speciosa*, nach M. Edwards, Haime.

und erzeugen hier im Laufe der Zeit durch die Ablagerungen ihrer steinharten Kalkgerüste Felsmassen von colossaler Ausdehnung, welche als *Korallenriffe (Atolle, Canalriffe, Strandriffe)* der Schiffahrt gefahrbringend sind und zur Grundlage von Inseln werden können. In beiden Fällen kommt der Wirksamkeit der Korallenthiere eine allmälige Niveauveränderung, Hebung des Meeresgrundes zu Hilfe, wie andererseits die Ausbreitung

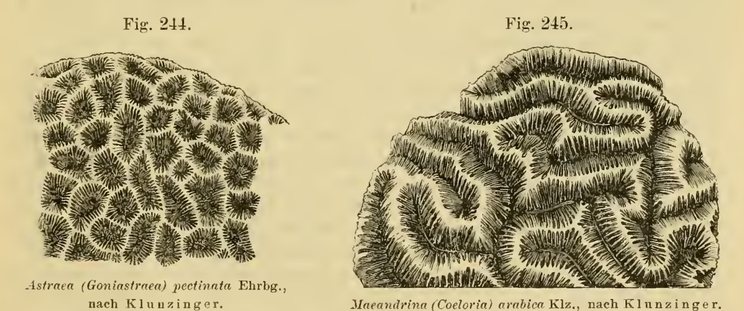


Fig. 244. *Astraea (Goniastraea) pectinata* Ehrbg., nach Klunzinger.

Fig. 245. *Maeandrina (Coeloria) arabica* Klz., nach Klunzinger.

der Korallenbänke in die Tiefe durch die seculäre Senkung des Bodens herbeigeführt werden kann.

Die Anthozoen haben wesentlichen Antheil an den Veränderungen der Erdoberfläche genommen. Wie dieselben gegenwärtig theils die Küste

vor den Folgen der Brandung beschützen, theils durch Erzeugung gewaltiger Kalkmassen zur Bildung von Inseln und festen Gesteinen beitragen, so waren sie auch in noch grösserem Umfange in früheren geologischen Epochen thätig, von denen namentlich die Korallenbildungen des Uebergangsgebirges und der jurassischen Formation eine sehr bedeutende Mächtigkeit besitzen.

1. Ordnung. **Rugosa = Tetracorallia.**

Paläozoische Korallen mit zahlreichen, nach der Vierzahl gruppirten, symmetrisch angeordneten Septen.

Hierher gehören die Familien der *Cyathophylliden, Stauriden* etc.

2. Ordnung. **Alcyonaria = Octactinia.**

Polypen und Polypenstöcke mit acht gefiederten Fangarmen und ebensoviel unverkalkten Mesenterialfalten.

Die Kalkabscheidungen der sogenannten Cutis führen zur Bildung von fleischigen Polyparien oder minder festen, zerreiblichen Rinden in der Umgebung eines bald hornigen, bald kalkigen steinharten Achsenskelettes, oder auch zu festen Kalkröhren *(Tubiporen).* Ueberall liegen dem Skelet bestimmte Kalkkörper, Sklerodermiten, zu Grunde (Fig. 239). Die Embryonen werden meist als bewimperte Larven noch ohne Septen und Mundarme geboren. Die Trennung der Geschlechter auf verschiedene Individuen gilt als Regel. Fam. *Alcyonidae.* Festsitzende Polypenstöcke ohne Achsenskelet, meist von fleischigem, lederartigem Polypar, mit nur spärlichen Kalkeinlagerungen der Cutis. Die Colonien entstehen entweder durch laterale Knospen und bilden dann gelappte und ramificirte Massen, *Alcyonium palmatum* Pall., *digitatum* L., oder es sind basale Sprossen und wurzelartige Ausläufer. welche die Einzelthiere verbinden, *Cornularia crassa* Edw. Fam. *Pennatulidae,* Seefedern, Polypenstöcke, deren nackte, freie Basis im Sande und Schlamme steckt, meist mit hornig biegsamen Achsenskelet. Neben den Geschlechtsthieren kommen kleine sterile Polypen vor. Interessant ist das Vorkommen von Oeffnungen am Stamme zur Aufnahme und Abgabe von Wasser. Bald sitzen die Thiere auf Seitenzweigen des Stammes auf, und das Polypar wird federförmig, *Pennatula rubra* Ellis, bald erheben sich dieselben auf allen Seiten des einfachen Stammes, *Veretillum cynomorium* Pall., diöcisch. In anderen Fällen erscheint das Polypar flach und nierenförmig, mit bulbösem, aber achsenlosem Stiele, *Renilla violacea* Quoy. Gaim., oder durch die Anhäufung der Polypen am oberen Ende eines langen Stammes nach Art einer Dolde gestaltet, *Umbellula Thomsonii* Köll., Tiefseeform. Fam. *Gorgonidae,* Rindenkorallen. Die festsitzenden Colonien besitzen ein horniges und kalkiges, baumförmig verästeltes Achsenskelet, welches von einer zerreiblichen Rinde oder einem weicheren, Kalkkörper enthaltenden Parenchym überzogen wird. Entweder ist die Achse hornig, biegsam und ungegliedert, *Gorgonia verrucosa* Pall., Mittelmeer, *Rhipidogorgia flabellum* L., mit fächerförmigem Polypar, Antillen, oder abwechselnd aus hornigen und kalkigen Gliedern zusammengesetzt, *Isis hippuris* Lam., *Melithaea ochracea* Lam., oder endlich steinhart und aus Kalk gebildet. Der letztere Fall gilt für die Edelkoralle, *Corallium rubrum* Lam. (Fig. 238), welche den rothen, zu Schmucksachen verwendeten Korallenstein liefert. Dieselbe findet sich im Mittelmeere, namentlich an den steinigen Küsten von *Algier* und *Tunis,* und bildet dort einen wichtigen Gegenstand des Erwerbes. Fam. *Tubiporidae,* Orgelkorallen. Die Polyparien einem Orgelwerke ähnlich. Die Thiere sitzen in parallelen, durch horizontale Platten verbundenen Kalkröhren, *Tubipora Hemprichii,* Ehrbg.

3. Ordnung. **Hexactinia = Zoantharia.**

Polypen und Polypenstöcke mit 6, 12 und in fortschreitender Ordnung vermehrten Fangarmen, die meist in mehreren Kreisen alterniren.

Leib seltener ganz weich oder lederartig, in der Regel mit kalkigem, steinhartem Polypar von strahlig-faserigem, krystallinischem Gefüge. Auch hier gilt die Trennung des Geschlechtes als Regel, indessen werden auch hermaphroditische Polypen *(Cerianthus)* angetroffen. Die Polypen tragen sehr allgemein ihre Embryonen längere Zeit mit sich herum, so dass dieselben acht- oder zwölfstrahlig mit den Anlagen der Fangarme geboren werden. Viele erzeugen Korallenriffe und Inseln.

1. *Antipatharia.* Meist mit nur sechs Fangarmen und horniger Skeletachse. Fam. *Antipathidae.* Polypenstöcke mit weichem, nicht verkalktem Körper, aber mit einfachem oder verästeltem Hornskelet. Nur sechs Fangarme umstellen die Mundöffnung. *Antipathes* Pall., schwarze Koralle, Mittelmeer.

2. *Actiniaria.* Ohne Hartgebilde. Fam. *Actinidae.* Mit weichem Körper, bald Einzelthiere mit mehrfachen alternirenden Tentakelkränzen, *Actinia* L., bald durch Stolonen verbunden und zu Stöcken aggregirt, *Zoanthus* Cuv. Die ersteren können zum Theil ihre Befestigung mittelst der contractilen Fusssohle aufgeben und sich frei bewegen. Viele erreichen eine verhältnissmässig bedeutende Grösse, besitzen prachtvolle Farben. Zuweilen scheidet die Haut eine mit zahlreichen Nesselkapseln erfüllte klebrige Masse oder gar eine Art Hülle ab. Sie sind als *Seeanemonen* die Zierden der Seewasseraquarien. *Actinia mesembryanthemum* L. *Sagartia* Gosse (Fig. 209). *Anthea* Johnst. *Cerianthus* Delle Ch. Mit Hauthülse und hinterem Porus. Hermaphroditisch. *C. membranaceus* H.

3. *Madreporaria.* Mit zusammenhängendem harten Kalkskelet.

a) Aporosa. Fam. *Turbinolidae,* Mützenkorallen. Meist Einzelpolypen mit festem Kalkgerüste, undurchbohrtem Mauerblatt und wohlentwickeltem Fussblatt und Septen, deren Zwischenräume bis zum Grunde offen bleiben. *Turbinolia* Lam., *Flabellum* Less., *Caryophyllia* Lam., *C. (Cyathina) cyathus* Lam. (Fig. 237), *Blastotrochus* Ed. H. (Fig. 241). Fam. *Oculinidae,* Augenkorallen (Fig. 243). Polypenstöcke mit steinhartem, meist ästigem Polypar, mit zu compacter Masse verkalktem Coenenchym und wenig zahlreichen Septen in den Kelchen der Einzelthiere. *Oculina virginea* Less., Ind. Ocean. *Amphihelia oculata* L., weisse Koralle, Mittelmeer. Fam. *Astraeidae,* Sternkorallen. Meist massige Polypenstöcke mit verwachsenen Mauerblättern der Einzelkelche, ohne Coenenchym, bald mit schneidendem, bald mit eingeschnittenem gezähnten Rande der Septa, die Interseptalräume werden von horizontalen Scheidewänden erfüllt. *Eusmilia* Edw. Die durch Theilung erzeugten Einzelthiere bleiben nur an der Basis verbunden und erzeugen ein rasenartiges Polypar mit schneidenden Septalrändern der Kelche. *Galaxea* Oken. Die Einzelkelche durch Knospen entstanden, am oberen Rande frei, ebenfalls mit schneidenden Rändern der Septa. *Cladocora.* Die Knospen lateral, die Stöcke daher rasig oder verästelt. *Cl. cespitosa* L., Mittelmeer. *Astraea* Lam., Einzelkelche durch die ganze Mauer verschmolzen mit gezackten Septalrändern der Kelche. *A. radians* Pall. *Goniastraea pectinata* Ehrbg. (Fig. 244). *Maeandrina* Lam., Einzelkelche zu langen Thälern vereinigt. *M. crassa* Edw. H. *Coeloria arabica* Klz. (Fig. 245). Fam. *Fungidae,* Pilzkorallen. Meist grosse und flache Einzelkelche; zuweilen Polypenstöcke, ohne Mauerblatt, mit sehr zahlreichen, stark entwickelten, durch Synapticulae verbundenen und gezähnten Septen. *Fungia discus* Dana, *Halomitra* Dana, *Lophoseris* Edw. H.

b) Perforata. Fam. *Madreporidae,* Madreporen (Fig. 242). Polypen und Polypenstöcke mit porösem Coenenchym und durchbohrtem Mauerblatt. Gastralhöhle im Grunde offen und mit dem Centralcanal in der Achse des ästigen Polypars communicirend. Septa wenig entwickelt. *Madrepora cervicornis* Lam., *Dendrophyllia ramea* Edw., Mittelmeer, *Astroides calycularis* Pall.

II. Classe. Hydrozoa = Polypomedusae[1]), Hydrozoen.

Polypen ohne Magenrohr, mit einfachem Gastrovascularraum und medusoider Geschlechtsgeneration, oder mit freischwimmenden Medusen als Geschlechtsthieren.

Diese Classe umfasst die Hydro-Polypen und Polypenstöcke nebst den von diesen, sowie von den Scyphopolypen erzeugten Medusen als den zugehörigen Geschlechtsthieren. Durchgängig besitzen jene einen einfacheren Bau als die Anthozoen, hinter denen sie auch der Grösse nach meist bedeutend zurückbleiben; sie entbehren des Schlund- oder Magenrohres, der Scheidewände, Falten und Taschen des Gastrovascularraumes. Nur die Scyphopolypen (Scyphistomen), welche die Jugendformen der Scyphomedusen repräsentiren, haben in vier Gastralwülsten einen Ueberrest von Gastralfalten erhalten, aus denen sich Gastralfilamente entwickeln.

Die Polypenstöckchen bringen nur selten *(Milleporiden)*, jedoch im Gegensatze zu den Anthozoen, durch Verkalkung der Cuticula, ein festeres, dem Polypar vergleichbares Kalkgerüst zur Entwicklung. Treten Skeletbildungen auf, so sind es in der Regel mehr oder minder verhornte Ausscheidungen der Oberhaut, welche als zarte Röhren den Stamm und dessen Ramificationen überziehen und zuweilen in der Umgebung der Polypen kleine becherartige Gehäuse bilden (Fig. 246*a*); indessen ist auch im Innern des Körpers unter dem Ectoderm zur Stütze der Weichtheile eine mehr oder minder derbe Mesodermlamelle entwickelt, welche bei der Meduse durch die meist dicke zuweilen bindegewebige Gallertscheibe vertreten ist.

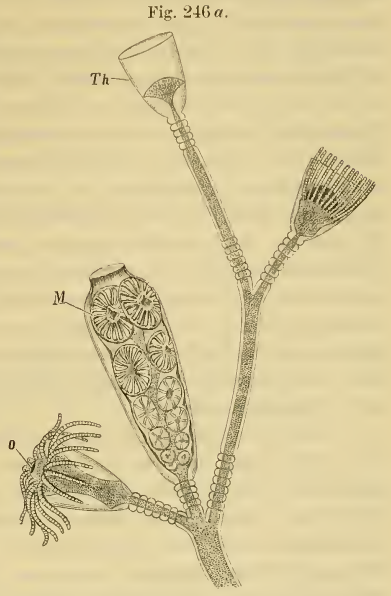
Ohne Zweifel vertritt die Scheibenqualle (Fig. 246*b*) morphologisch den höheren Typus, zumal da sie als das zur Vollendung gereifte Geschlechtsindividuum erscheint, während den Polypen die Aufgabe der Ernährung und Knospung zufällt. Im Zusammenhange mit der freieren Bewegung und höheren Lebensstufe der Scheibenqualle oder Meduse finden wir an derselben ein mehr entwickeltes Nervensystem und Sinnesorgane. Das erstere hat seine Lage am Scheibenrand und besteht aus Nervenfibrillen, welche, mit Ganglienzellen untermischt, in Form eines doppelten Faserstranges das Ringgefäss begleiten. Die Sinnesorgane sind die sogenannten Randkörper. Die Geschlechtsstoffe der Meduse nehmen entweder aus dem Ectoderm ihren Ursprung, und zwar im Verlaufe der Radiärgefässe *(Eucopiden)*, beziehungsweise in der Wand des Mundstiels *(Oceaniden)*, oder entstehen aus dem Entoderm an der Unterseite (Subumbrella) des Schirmes *(Schirmquallen)*.

Häufig bleiben Polyp und Meduse auf einer tieferen Stufe der morphologischen Differenzirung zurück und werden zu *polypoiden* oder *medusoiden*

[1]) Eschscholtz, System der Acalephen. Berlin 1829. Th. Huxley, Memoir on the anatomy and affinities of the Medusae. Phil. Transact. London 1849. L. Agassiz, Contributions of the Natural History of the United States, Acalephae, Vol. III, 1860; Vol. IV, 1862. E. Haeckel, System der Medusen. Tom. I und II. Jena 1880 und 1881. G. J. Allman l. c.

Anhängen, welche physiologisch zu der Bedeutung von Körpertheilen oder Organen herabsinken, während der gesammte Stock einem einheitlichen Organismus näher kommt. Je vollendeter sich *Arbeitstheilung* und *Polymorphismus* an den polypoiden und medusoiden Anhängen des Thierstockes ausprägen, um so höher wird die Einheit der morphologisch als Thierstock zu bezeichnenden Gesammtheit. Sprossung und einfaches Wachsthum fallen hier oft ohne Grenze zusammen.

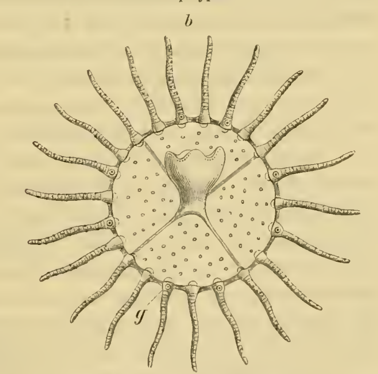
Fig. 246 *a*.



Zweig eines *Obelia*stöckchens *(O. gelatinosa)*. *O* Mundöffnung eines Nährpolypen mit vorgestreckten Fangarmen, *M* Medusengemmen am Leib eines proliferirenden Polypen, *Th* glockenförmiges Gehäuse (Theca) eines Nährpolypen.

Lange Zeit galt es als merkwürdiges, einer Erklärung kaum zugängliches Verhältniss, dass so differente Organismen, wie Polyp und Meduse, welche man systematisch als verschiedene Classen getrennt hatte, lediglich verschiedene Zustände in der Lebensgeschichte einer einheitlichen Entwicklungsreihe bezeichnen und deshalb im engsten genetischen Verband sogar der Art nach zusammenfallen. Die Theorie vom „Generationswechsel" brachte nur eine Umschreibung des Sachverhaltes, aber keine Erklärung. Erst die Entstehungsweise des Medusenleibes am Polypenkörper gab Aufschluss über die unmittelbare Beziehung beider Formen, indem durch dieselbe bewiesen wurde, *dass die Meduse ein abgeflachter scheibenförmiger Polyp ist, dessen flacher, aber weiter Gastralraum in Folge von vier, sechs oder mehr septalen Verwachsungsfeldern auf peripherische Gefässtaschen (Magentaschen) oder Radiärcanäle beschränkt wurde,* welche den Interseptalräumen oder Gastrovasculartaschen

b



Freigewordene Meduse von *Obelia gelatinosa*, noch ohne Geschlechtsorgane. *g* Gehörbläschen.

der Anthozoen analog sind (Fig. 230 *b, c*). Die Verschiedenheit beruht im Zusammenhang mit der Scheibenform vornehmlich auf der Höhenreduction der in radialer Richtung ausgedehnten Septalfelder, welche, durch die Verwachsung des oralen und aboralen Entodermblattes entstanden, die sog. *Gefässplatte* repräsentiren. Zugleich erscheint die verbreiterte Mundscheibe zur Begrenzung der Schirm- oder Glockenhöhle concav eingezogen und die Ectodermbekleidung derselben zur Muskulatur der unteren Schirmwand oder Subumbrella umgestaltet. Die Stützsubstanz der gewölbten (vom Polypenstock losgelösten) Aboralfläche der Scheibe wird zu einer mächtigen, nicht selten mit Zellen erfüllten Mesodermlage, welche die Schirmgallerte oder die Gallerte der Umbrella darstellt, während die der oralen Wand den Charakter einer dünnen, aber festen Lamelle bewahrt und als Stützplatte der subumbrellaren Muskulatur (Schwimmsack der Glocke) dient. Die Tentakeln entspringen der gegebenen Ableitung gemäss nahe am Scheibenrande und sind zu den Randfäden oder Randtentakeln der Meduse geworden, zu denen noch vier einfache oder verästelte Mundarme als Wucherungen des Mundstieles hinzukommen.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung hat auch die ungeschlechtliche Vermehrung eine weite Verbreitung, insbesondere im Kreise der polypoiden Formzustände, bei welchen sie zur Entstehung polymorpher Thierstöcke führt. Meist alterniren beide Formen der Fortpflanzung in gesetzmässigem Wechsel zur Erzeugung verschiedener Generationen. Indessen gibt es auch Medusen *(Aeginopsis, Pelagia)*, welche ohne Generationswechsel direct aus Eiern auf dem Wege der continuirlichen Entwicklung mit Metamorphose hervorgehen. Am häufigsten aber erzeugt die Meduse oder die medusoide Geschlechtsgemme aus ihrem Ei einen Polypen und dieser entweder alsbald durch Quertheilung oder nach der Production eines sessilen oder freischwimmenden Polypenstockes die Generation der Medusen, beziehungsweise medusoiden Geschlechtsgemmen.

Die *Polypomedusen* ernähren sich wohl durchgängig von thierischen Substanzen und bewohnen vorzugsweise die wärmeren Meere. Die freibeweglichen Quallen und Siphonophoren leuchten zur Nachtzeit.

Die Cnidarien sind wahrscheinlich auf eine hydraähnliche Grundform zurückzuführen (*Archhydra,* E. Haeckel), deren Wand aus einem ectodermalen und entodermalen Epithel und einer ausgeschiedenen zellenlosen Zwischenschicht bestand. Die Archhydra führte durch fortschreitende Grössenzunahme und Complication des inneren Baues, durch Bildung eines Schlundrohres und zunächst vier, dann mehr Magentaschen und Septen zur Entstehung der paläozoischen Korallenpolypen *(Tetracorallia)*, von denen aus die Octactinien und Polyactinien ihren Ursprung nahmen.

Aus reducirten vierstrahligen Korallenpolypen mit vereinfachtem Gastrocanalsystem sind wahrscheinlich die *Scyphopolypen* entsprungen, welche sich zu den *Scyphomedusen* umgestalteten. Die *Hydromedusen* haben

sich entweder direct von den Archhydren durch die Zwischenglieder der Hydroiden entwickelt, und dann würde ein diphyletischer Ursprung der Scheibenquallen bestehen, oder, was aus verschiedenen Gründen grössere Wahrscheinlichkeit hat, aus Stöckchen von Scyphopolypen mit weiter vereinfachtem Gastralsystem, welche die Hydroiden entstehen liessen. Nur in einzelnen Fällen blieben die vier Gastralwülste als Reste der Septen zurück *(Tubulariden)*, ohne dass Gastralfilamente und Septaltrichter, welche den Hydromedusen durchweg fehlen, zur Entwicklung gelangten.

1. Ordnung. **Scyphomedusae, Acalephen**[1]), **Scyphomedusen.**

Quallen von bedeutender Grösse mit Gastralfilamenten, meist mit Randlappen des Schirmes und bedeckten Randkörpern. Die Jugendzustände sind nicht Hydroidstöckchen, sondern Scyphistoma- und Strobilaformen.

Die Medusen dieser Ordnung unterscheiden sich von denen der Hydroidgruppe durch ihre bedeutendere Grösse und durch die ansehnlichere Dicke der meist schirmförmigen Umbrella, deren reichlich entwickelte, fast stets von Zellen durchsetzte Gallerte ein Gewebe fester Fibrillen, sowie elastischer Fasernetze enthält und hierdurch eine grössere Rigidität und Festigkeit gewinnt.

Ein wichtiger Charakter derselben beruht auf dem Verhalten des Schirmrandes, welcher bei den viergliederigen Formen meist ungetheilt ist, bei den höheren achtgliederigen Schirmquallen durch eine regelmässige Zahl von Einschnitten in acht Gruppen von Lappen zerfällt, zwischen denen die Randkörper in nischenförmigen Einbuchtungen ihre Lage haben (Fig. 247). Aehnlich dem Velum der Hydroidmedusen erscheinen die Randlappen der Acalephen als secundäre Bildungen des Scheibenrandes, welche an den Scheibensegmenten der Strobila als marginale Zapfen hervorwachsen und in dem allen Schirmquallen *(Discophoren)* gemeinsamen Jugendstadium der *Ephyra* acht Paare relativ langgestreckter, zungenförmiger Lappen bilden, deren Zahl mit der weiteren Entwicklung oft eine grössere wird.

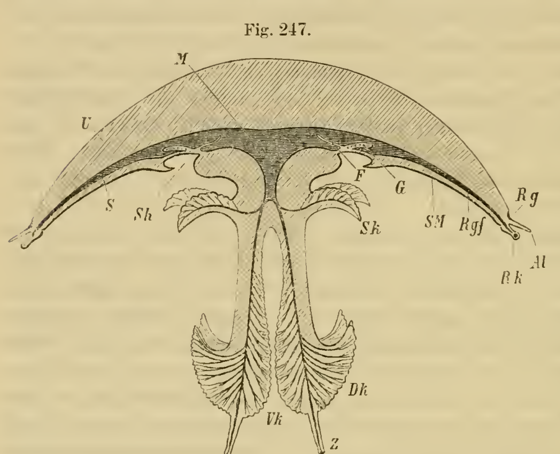
---

[1]) Ausser den Werken von Brandt, L. Agassiz, Huxley, Eysenhardt vergl. v. Siebold, Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere, 1839. M. Sars, Ueber die Entwicklung der Medusa aurita und Cyanea capillata. Archiv für Naturgesch., 1841. H. J. Clark, Prodromus of the history etc. of the order Lucernariae. Journ. of Bost. Soc. of Nat. hist., 1863. C. Claus, Studien über Polypen und Quallen der Adria. Denkschriften der k. Akad. der Wissensch. Wien 1877. Derselbe, Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung der Acalephen, Prag 1883. E. Vanhöffen, Untersuchungen über semäostome und rhizostome Medusen. Bibliotheca zoologica, Cassel 1889. E. A. Schäfer, Observations of the nervous system of Aurelia aurita. Philos. Transact. of the roy. Soc. 1878. A. Götte, Ueber die Entwicklung von Aurelia aurita und Cotylorhiza tuberculata, 1887. C. Claus, Ueber die Entwicklung des Scyphostoma von Cotylorhiza, Aurelia und Chrysaora, sowie über die systematische Stellung der Scyphomedusen I und II. Arbeiten aus dem zoolog. Institute Wien und der zoolog. Station in Triest. Bd. IX und X. 1891 und 1893. Ferner E. Haeckel, l. c., R. v. Lendenfeld etc.

Eine ungetheilte, von dem Velum der Craspedoten verschiedene Randmembran *(Velarium)* tritt bei den *Charybdeiden* auf.

Im Gegensatz zu den Hydromedusen besitzen die Acalephen in der Regel mächtige Mundarme am freien Ende des weiten Mundstieles. Dieselben sind auf ungleichmässige Wucherungen des Mundrandes zurückzuführen, welche in den vier (mit den Radien der Genitalorgane und Gastralfilamente alternirenden) Radien des Mundkreuzes als ebensoviel armförmige Fortsätze am Mundstiele hervorwachsen. Im Falle einer frühzeitig beginnenden gabeligen Spaltung der Arme bilden sich vier Armpaare aus, deren krausenförmig gefaltete Endlappen sich wiederum spalten und vielfach verzweigen *(Rhizostomeen)*. Dann kommt es jedoch schon im Jugendleben zur Verwachsung des Mundrandes, sowie der angrenzenden Armränder, so dass an Stelle des obliterirten centralen Mundes krausenförmig gefaltete Trichterspalten in der Peripherie der Arme die Nahrung aufnehmen (Fig. 247).

Fig. 247.



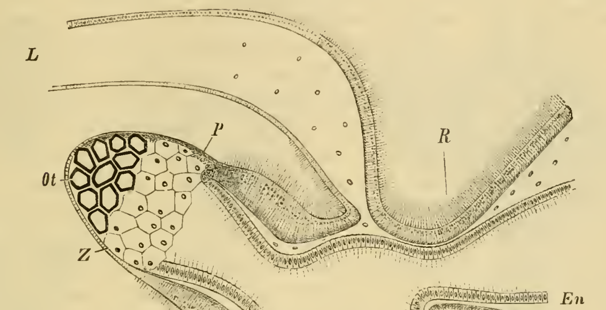
Schematischer Längsschnitt durch eine Wurzelqualle *(Rhizostoma)*. *U* Gallertschirm oder Umbrella, *M* Magenraum, *S* Subumbrella, *G* Genitalband, *Sh* Schirmhöhle, *F* Filamente, *SM* subumbrellare Muskulatur, *Rgf* Radiärgefässe, *Rk* Randkörper, *Rg* Riechgrube, *Al* Augenläppchen, *Sk* Schulterkrausen, *Dk* Dorsalkrausen, *Vk* Ventralkrausen der acht Arme, *Z* Endzapfen derselben.

Die Gestaltung des Gastrovascularapparates zeigt bedeutende Verschiedenheiten, die sich bei den Schirmquallen als Modificationen aus dem ursprünglich überall gleichen Bau der *Ephyra* ableiten lassen. Die flache, in acht Randlappenpaare gespaltene Ephyrascheibe (Fig. 250) enthält eine centrale Magenhöhle, in welche der weite und kurze vierkantige Mundstiel einführt, und acht peripherische canalartige Ausläufer (Radialtaschen), zwischen denen ebensoviel kurze intermediäre Canäle (Intermediärtaschen) innerhalb der Gefässlamelle zur Ausbildung gelangen. Bald weiten sich, wie bei *Pelagia* und *Chrysaora,* die radialen und intermediären Gefässcanäle zu ausserordentlich breiten, nur durch schmale Verwachsungsstreifen getrennten „Magentaschen" aus, welche am Rande ohne Communication bleiben, bald werden dieselben zu sehr engen Gefässen, zwischen denen

während des fortschreitenden Wachsthums in den breiten Verwachsungsfeldern durch Auseinanderweichen der beiden Lamellen der Gefässplatte ein reiches Netzwerk anastomosirender Gefässe, sowie in der Nähe des Schirmrandes ein Ringgefäss secundär zur Ausbildung gelangt *(Aurelia, Rhizostoma).*

Einen ganz anderen, noch auf frühere Stadien *(Scyphistoma)* gemeinsamer Entwicklung zurückführbaren Typus zeigt der Gastrovascularapparat der becher- oder glockenförmigen *Calycozoen* und *Tesseriden*, sowie der *Charybdeiden* oder Beutelquallen, indem nur vier sehr weite, durch äusserst schmale Septen getrennte Gefässtaschen als peripherische Nebenräume der Gastralhöhle auftreten. Diese tiefer stehenden Medusen verhalten sich ihrem

Fig. 248.



Durchschnitt durch die Riechgrube, den Randkörper und dessen Nervencentrum von *Aurelia aurita, R* Riechgrube, *L* Schirmlappen, welcher den Randkörper bedeckt. *P* Augenfleck des Randkörpers, *Ot* Otolithen des Gehörsackes, *Z* Zellen nach Auflösung ihrer Otolithen. *En* Entoderm, *Ec* Ectoderm mit der unterliegenden Schicht von Nervenfibrillen *(F)*. Das untere Auge ist nicht dargestellt.

Baue nach viergliederig im Gegensatze zu den zwar vierstrahligen, aber mit Rücksicht auf die peripherische Gliederung achtgliederigen *Discophoren.* Nach diesem bedeutungsvollen, verschiedenen Entwicklungsstufen entsprechenden Gegensatze kann man die Scyphomedusen in viergliederige *(Tetrameralia)* und achtgliederige *(Octomeralia)* eintheilen.

Ein wichtiges Merkmal bilden die wurmförmig beweglichen Tentakeln des Magenraumes, die *Gastralfilamente,* die sich bei keiner Hydromeduse finden. Dieselben entsprechen den sogenannten Mesenterialfilamenten der Anthozoen und unterstützen in gleicher Weise durch das Secret ihrer drüsigen Entodermbekleidung die Verdauung. Ueberall gehören sie der subumbrellaren Magenwand an und fallen in die vier sich rechtwinkelig

kreuzenden Radien der Geschlechtsorgane (Radien zweiter Ordnung), welche mit den vier Radien des Mundkreuzes (Radien erster Ordnung) alterniren. Meist begleiten sie in einfacher oder geschlängelter Bogenlinie den inneren Rand der Geschlechtsorgane.

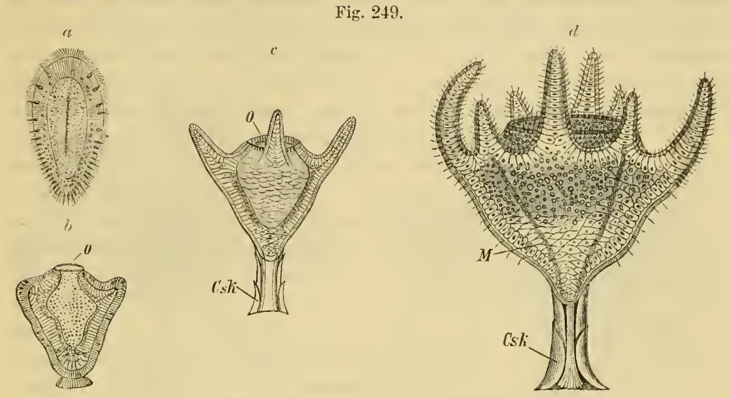
Das *Nervensystem* der Acalephen wurde erst neuerdings mit Sicherheit nachgewiesen. Man erkannte, dass die Centren desselben im Ectoderm von Stiel und Basis der Randkolben selbst enthalten sind und aus einer mächtigen Lage von Nervenfibrillen in der Tiefe des hohen, Wimpern tragenden Ectodermepithels bestehen, dessen stäbchenförmig ausgezogene Nervenzellen mit ihren basalen Faserfortsätzen unmittelbar in die Nervenfibrillen umbiegen (Fig. 248). Dazu kommt ein mächtig ausgebreiteter peripherischer Nervenplexus in der subumbrellaren Muskulatur. Ueber die Art und Weise, wie dieser Nervenplexus mit den Nervencentren der Randkörper und wie diese untereinander in Verbindung stehen, haben die bisherigen Untersuchungen keine abschliessende Entscheidung gebracht. Ein Nervenring an der Subumbrellarseite wurde nur bei den Charybdeiden nachgewiesen. Ueberall zeigen die Antimeren des Acalephenleibes eine grosse Selbstständigkeit und vermögen ausgeschnitten eine Zeitlang fortzuleben.

Als *Sinnesorgane* sind die Randkolben, sowie grubenförmige Vertiefungen an der Dorsalseite der Randkolben-Nische (Spür- oder Riechgruben) hervorzuheben (Fig. 248 *R*). Die schon im Stadium der *Ephyra* an der unteren Schirmseite vorhandenen Randkolben werden von Theilen des Schirmrandes überwachsen (daher *Steganophthalmata*) und scheinen überall die Function eines statischen Apparates und eines Auges zu vereinigen. Der erstere wird durch einen umfangreichen, aus Entodermzellen hervorgegangenen Krystallsack gebildet, während das Auge eine mehr abwärts nach dem Stiel zu gelegene dorsale und zugleich auch eine ventrale *(Aurelia)* Pigmenteinlagerung ist, die ausnahmsweise *(Nausithoë)* eine lichtbrechende Cuticularlinse enthält. Die höchste Ausbildung aber erreicht der Sinneskörper bei den *Charybdeiden,* indem derselbe ausser dem terminalen Krystallsack in der Wand des ampullenförmig erweiterten Gefässraumes ein höchst complicirt gebautes, aus vier kleinen paarigen und zwei grossen unpaaren Augen zusammengesetztes Sehorgan enthält, an welchem Linse, Glaskörper und Retina zu unterscheiden sind.

Die *vier Geschlechtsorgane* der Acalephen fallen in Folge ihrer bedeutenden Grösse und zarten Färbung leicht in die Augen, zumal sie wenigstens bei den Schirmquallen oder Discophoren als krausenförmig gefaltete Bänder in besondere Cavitäten des Schirmes, in die subumbrellaren Genitalhöhlen hineinragen (daher die Bezeichnung *Phanerocarpae* Esch.). Ueberall liegen diese Bänder (Fig. 247 *g*) an der subumbrellaren Magenwand, aus der sie als blattförmige Erhebungen entstanden sind. Die obere Fläche ist vom Gastralepithel, die untere, der Subumbrella zugewendete vom Keimepithel bekleidet, dessen Elemente mit der weiteren Aus-

bildung in die Gallerte des Bandes aufgenommen werden. Die Ausbildung der grossen Schirmhöhlen der Discophoren ist auf eine locale Wucherung der subumbrellaren Schirmgallerte im Umkreise der Höhlungen zurückzuführen. In einzelnen Fällen *(Discomedusa, Nausithoë)* kann dieselbe jedoch vollkommen unterbleiben. Die reifen Geschlechtsproducte gelangen durch Dehiscenz der Wandung in den Gastralraum und durch die Mundöffnung nach aussen, in manchen Fällen aber durchlaufen die Eier an Ort und Stelle in den Ovarien *(Chrysaora)* oder auch an den Mundarmen *(Aurelia)* die Embryonal-Entwicklung. Die Trennung der Geschlechter gilt als Regel. Doch zeigen männliche und weibliche Individuen, von der

Fig. 249.



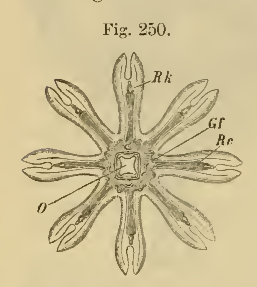
Entwicklung der Planula von *Chrysaora* bis zur achtarmigen Scyphistomaform. *a* Zweischichtige Planula mit der engen Gastralspalte. — *b* Dieselbe nach ihrer Festheftung mit neu gebildeter Mundöffnung *(o)* im Stadium der Tentakelbildung. — *c* Vierarmiger Scyphistomapolyp. *Csk* Ausgeschiedenes Cuticularskelet. — *d* Achtarmiger Scyphistomapolyp mit weit geöffnetem Munde. *M* Längsmuskeln der Gastralwülste.

Färbung der Geschlechtsorgane abgesehen, nur geringfügige Geschlechtsunterschiede, wie z. B. in Form und Länge der Fangarme *(Aurelia)*. *Chrysaora* ist hermaphroditisch.

Die *Entwicklung* erfolgt bei den Schirmquallen mittelst Generationswechsels, und zwar durch die Ammenzustände des *Scyphistoma* und der *Strobila*, ausnahmsweise *(Pelagia)* direct. Aus dem befruchteten Ei geht nach Ablauf des totalen Furchungsprocesses eine bewimperte Larve als sogenannte *Planula* hervor, welche sich später an dem bei der Bewegung nach vorne gerichteten, dem inzwischen geschlossenen Gastrulamunde gegenüberstehenden Pole festsetzt, während in der Umgebung des von Neuem durchbrechenden Mundes die Tentakeln hervorsprossen (Fig. 249 *a*—*d*). Wie bei den jugendlichen Actinien wachsen zuerst (in der Hauptebene) zwei gegenüberstehende Tentakeln hervor, auch nicht genau gleichzeitig, sondern der eine dem andern vorauseilend, so dass der jugendliche, zum Scyphistoma sich ausbildende Larvenleib eine bilateral-symmetrische Gestaltung

zeigt. Nachher sprosst rechtwinkelig zur Ebene des ersten Tentakelpaares das zweite Paar in den Radien des Mundkreuzes (Radien erster Ordnung), dann alternirend in minder regelmässiger Folge das dritte und vierte Paar, in deren Ebenen (Radien zweiter Ordnung oder Radien der Gastralfilamente und Genitalorgane) sich bald vier Längswülste der Gastralhöhle bemerkbar machen. Das achtarmige *Scyphistoma* treibt alsbald, und zwar alternirend mit den vorhandenen Tentakeln, in unregelmässiger Aufeinanderfolge acht neue Tentakeln, deren Lage die intermediären Radien der späteren jungen Scheibenqualle oder *Ephyra* bezeichnen. Nach Ausbildung des Tentakelkranzes und Ausscheidung eines hellen basalen Periderms *(Chrysaora)* ist das Scyphistoma zur Fortpflanzung durch Sprossung und Theilung befähigt. Anfangs scheinen sich die Scyphistomen lediglich durch Sprossung zu vermehren. Erst später beginnt die zweite Form der Fortpflanzung, der *Strobilisirungsprocess*, welcher im Wesentlichen auf Abschnürung und Theilung der oberen Körperhälfte in eine Anzahl von Segmenten beruht und das *Scyphistoma* zur *Strobila* gestaltet. Mit diesem nur für die Schirmquallen bekannt gewordenen Vorgang vollzieht sich zugleich die achtgliederige Gestaltung der peripherischen Theile. Die Lostrennung der Abschnitte schreitet continuirlich von dem oberen Ende nach der Basis der Strobila vor, so dass zuerst nach Rückbildung seiner Tentakeln das Endsegment, dann das zweite Segment und so fort zur Selbstständigkeit gelangen. Acht langgestreckte Schirmlappenpaare, jedes mit einem Randkörper in der Ausbuchtung beider Lappen, bilden den charakteristischen Schirmrand der jungen *Ephyra* (Fig. 250), welche erst ganz allmälig die besonderen Form- und Organisations-Eigenthümlichkeiten der geschlechtsreichen Scheibenqualle zur Ausbildung bringt.

Fig. 250.



Eine Ephyra von der Mundseite aus gesehen. *Rk* Randkörper, *Gf* Gastralfilament, *Rc* Radiärcanal, *O* Mund.

Viele Quallen sind durch dichte Anhäufungen von Nesselkapseln an der Oberfläche der Scheibe, Mundarme und Fangfäden im Stande, empfindlich zu brennen. Manche, wie z. B. *Pelagia,* besitzen die Fähigkeit zu leuchten. Nach Panceri geht diese Erscheinung vom fettartigen Inhalt gewisser Epithelzellen der Oberfläche aus.

Trotz der Zartheit und leichten Zerstörbarkeit der Gewebe sind von einzelnen grossen Scheibenquallen fossile Reste als Abdrücke (im lithographischen Schiefer von Solnhofen) enthalten (*Medusites circularis* u. a. A.).

1. Unterordnung. *Calycozoa* (Cylicozoa), *Becherquallen.*

Becherförmige, am aboralen Pole meist festsitzende Acalephen, mit vier weiten, durch schmale Scheidewände getrennten Gefässtaschen und acht armförmigen, mit Tentakeln besetzten Fortsätzen am Umbrellarrande.

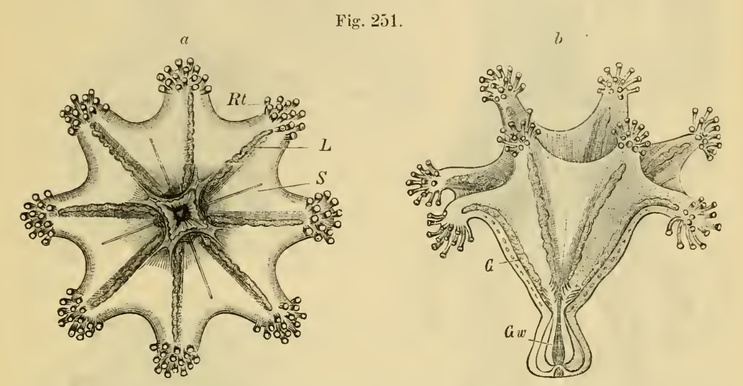
Die Becherquallen werden am besten im Anschlusse an das *Scyphistoma* beurtheilt. Man hat sich diese Jugendform ohne Bezugnahme auf ihre ohnedies hinfälligen Tentakeln

becherförmig ausgezogen und in mehreren der Medusenform eigenthümlichen Merkmalen verändert zu denken. Die vier Gastralwülste, welche bis zur umfangreichen, nach Art einer Subumbrella trichterförmig eingezogenen Mundscheibe reichen, stellen vier Septen dar, welche ebensoviel weite Gastrovasculartaschen trennen, während sich der Rand des Bechers intermediär in acht armförmige Fortsätze auszieht, an welchen Gruppen kurzer geknöpfter Tentakeln entspringen (Fig. 251). Doch gibt es auch am aboralen Pole losgelöste und anstatt des Stieles mit einem Scheitelaufsatze versehene freischwimmende Formen, welche hochgewölbte, mit acht oder sechzehn Fangarmen versehene scyphistomaähnliche Medusen sind *(Tessera, Tesserantha)* und an Stelle der Septen kurze Septalknoten besitzen (Fig. 252 *a, b, c*).

Die Genitalorgane erstrecken sich als acht bandförmige, gefaltete Wülste an der oralen Schirmwand bis in die Arme hinein, paarweise am Grunde je eines Septums in der Tiefe der Gastralhöhle zusammenlaufend.

Die Eier der Lucernarien erfahren nach Fol eine totale Furchung, deren Product eine einschichtige Blastosphaera ist. Diese wird zu einer ovalen zweischichtigen Larve,

Fig. 251.



a Eine Becherqualle *(Lucernaria)* von der oralen Fläche betrachtet, etwa achtfach vergrössert. *S* Septen der vier Gastraltaschen, *L* Längsmuskelstreifen mit dem Genitalband, *Rt* Randtentakeln. — *b* Die Becherqualle von der Seite gesehen. *G* Genitalorgane, *Gw* Gastralwulst im Stiel, an der Basis die Fussdrüse.

welche sich mit Wimpern bedeckt, umherschwärmt und sich schliesslich festsetzt. Wahrscheinlich erfolgt die weitere Entwicklung direct ohne Generationswechsel.

Die Becherquallen sind ausschliesslich Meeresbewohner und zeichnen sich durch den hohen Grad ihrer Reproductionskraft aus. An abgeschnittenen Stielenden soll der Becher von Neuem nachwachsen; ähnlich sollen sich verstümmelte Individuen und selbst ausgeschnittene Zwischenstücke zu vollständigen Thieren ergänzen können. Fam. *Tesseridae.* Mit ungetheiltem Kranzmuskel und 8, beziehungsweise 16 Tentakeln. *Tessera princeps* E. Haeck. (Fig. 252). *Tesserantha* E. Haeck. *Depastrum cyathiforme* Gosse. Norwegische Küste. Fam. *Lucernaridae.* Mit achtarmigem Schirmrand und Tentakelbüschel an den Armen. Kranzmuskel in acht Muskelgruppen getheilt. *Lucernaria* O. Fr. Müll. Mit vier weiten Radialtaschen, ohne Genitaltaschen und ohne mit diesen alternirenden Nebenräumen der Magenhöhle *L. quadricornis* O. Fr. Müll., *campanulata* Lmx. *Craterolophus* Clark. Mit Genitaltaschen und vier mit diesen alternirenden Nebenräumen der Magenhöhle. *C. Leuckarti* Tschb. = *helgolandica* R. Lkt., Helgoland.

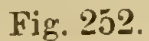
2. Unterordnung. *Marsupialida, Beutelquallen.*[1])

[1]) Vergl. C. Claus, Ueber Charybdea marsupialis. Arbeiten des zool. vergl.-anatomischen Instituts etc., Wien, Tom. I, 1879. Ferner E. Haeckel, l. c.

Viergliederige Acalephen von vierseitiger beutelförmiger Gestalt, mit ganzrandigem, Gefässe enthaltendem Velarium, mit vier senkrecht gestellten Lappenanhängen am Schirmrand, vier bedeckten Randkörpern und ebensoviel weiten, durch schmale Scheidewände getrennten Gefässtaschen.

Die durch die tiefe beutelförmige Aushöhlung der Subumbrella ausgezeichneten Charybdeen, welche früher wegen des ganzrandigen Velariums zu den Craspedoten gestellt wurden, erinnern zunächst durch dieses Merkmal an die Hydroidmedusen. Indessen weist das Auftreten sowohl von Gastralfilamenten, als von grossen, in Nischenräumen verdeckten Randkörpern auf ihre Zugehörigkeit zu den Acalephen hin, und diese wird unterstützt durch die gesammte, allerdings viergliederig gebliebene Architektonik, in welcher sie unter mehr-

Fig. 252.



Tessera princeps nach E. Haeckel. *a* Die Meduse, etwa 20mal vergrössert, von aussen gesehen. *b* Längsschnitt durch die Radien erster Ordnung. *c* Ansicht von der Subumbrellarfläche. *Gf* Gastralfilamente, *G* Geschlechtsorgane, *Rm* Ringmuskel, *Sk* Septalknoten.

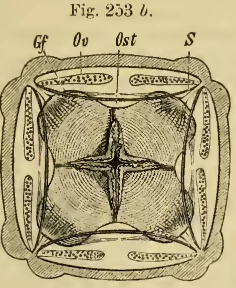
fachen Modificationen die Verhältnisse der Lucernariden wiederholen. Wie bei diesen bleiben die Gefässräume weite Taschen, welche von vier schmalen Septen (Verwachsungsstreifen der Gefässlamelle) geschieden werden (Fig. 253 *a*, *b*).

Das Nervensystem erinnert durch das Vorhandensein eines scharf gesonderten Nervenringes an das der Hydromedusen. Derselbe verläuft an der subumbrellaren Seite der Glocke und gewinnt dadurch, dass er sich an der Basis der vier Randkörper vom Rande beträchtlich weiter entfernt als an den Kanten der Glocke, eine ausgeprägt zickzackförmige Gestalt. Die von ihm austretenden Nervenfibrillen versorgen vornehmlich die Muskulatur der Subumbrella und erzeugen an derselben zahlreiche, grosse spindelförmige Ganglienzellen enthaltende Fibrillengeflechte. Grösseren Nerven vergleichbare Fibrillenbündel sind nur in den vier

Radien der Randkörper nachweisbar. Letztere erlangen als *Sinnesorgane* einen hohen Grad der Ausbildung, indem der kopfförmig angeschwollene Endabschnitt ausser dem terminalen Krystallsack einen complicirten Sehapparat mit zwei grossen unpaaren Medianaugen und kleinen paarigen Nebenaugen zur Differenzirung bringt. Eine höchst abweichende Gestaltung zeigen die *Geschlechtsorgane,* welche, von den Gastralfilamenten gesondert, als dünne, ziemlich breite Platten, paarweise an der Seite der vier Scheidewände befestigt, die ganze Länge der Gefässtaschen einnehmen. Ueber die Entwicklungsvorgänge wurde leider bislang nichts Näheres bekannt.

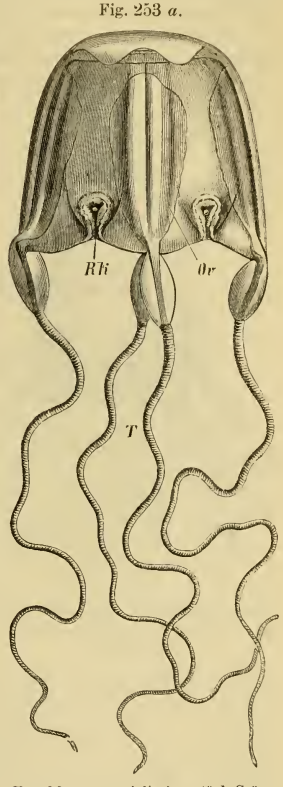
Fam. *Charybdeidae.* *Charybdea marsupialis* Pér. Les. (*Marsupialis Planci* Les.), Mittelmeer (Fig. 253).

Fig. 253 *b.*



Die apicale Hälfte der quer durchschnittenen *Charybdea,* von der subumbrellaren Seite betrachtet. Man sieht die vier Mundarme. *Ov* Ovarien an den vier Septen *(S).* *Ost* Ostien der Gastraltaschen, *Gf* Gastralfilamente.

Fig. 253 *a.*



Charybdea marsupialis in natürl. Grösse. *T* Tentakel, *Rk* Randkörper, *Ov* Ovarien.

3. Unterordnung[1]): *Discophora (Acraspeda), Schirmquallen, Ephyramedusen.*

Scheibenförmige Acalephen mit achtgliederigem gelappten Schirmrand, meist mit acht submarginalen, in Nischen eingefügten Randkörpern und ebensoviel Paaren von Randkörpern oder Augenlappen, in der Regel mit vier grossen Schirmhöhlen der Geschlechtsorgane.

Die Schirmquallen werden den *Calycozoen* und *Charybdeiden* gegenüber sofort an der flachen, mehr scheibenförmigen Gestalt der Umbrella, der Lappung des Schirmrandes und dem meist bedeutenden Umfange der Mundarme erkannt. Nur ausnahmsweise bewahrt die Umbrella eine hohe Glockenform bei einfacherer, den Calycozoen näher gebliebener innerer Gestaltung *(Periphylliden).* So mannigfach dieselbe aber auch, sowie die Lappenbildung des Schirmrandes im Einzelnen differirt, überall ist die letztere auf die acht Lappenpaare der *Ephyra* zurückzuführen, welche als gemeinsame Ausgangsform der Schirmquallen die achtgliederige Architektonik derselben mehr oder minder vollständig zum Ausdruck bringt (Fig. 250). Selbst die *Periphylliden,* welche noch Reste der Septen in vier Septalknoten zeigen und lediglich in den Radien zweiter Ordnung Randkörper besitzen, gestatten eine solche Ableitung. Der bedeutenden Körpergrösse entsprechend, zeigt die quergestreifte subumbrellare Muskulatur eine mächtige Entwicklung, und es bildet unterhalb derselben die Stützlamelle dicht gestellte circuläre Falten, durch

---

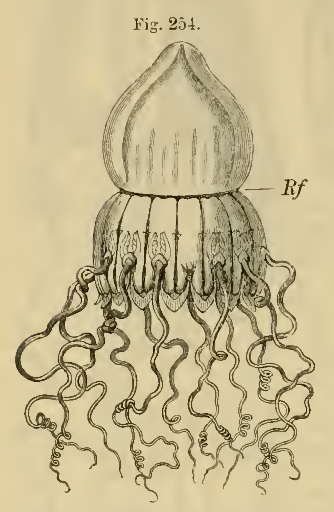
[1]) Vergl. ausser Brandt, L. Agassiz, Claus, E. Haeckel l. c. R. v. Lendenfeld, Die Coelenteraten der Südsee. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXVII und XLVII; E. Vanhöffen l. c.

welche das Muskelepithel mit seinen Ringfasern eine viel ausgedehntere Oberfläche zu seiner Ausbreitung gewinnt.

Die Geschlechtsorgane ragen meist als vier krausenförmig gewundene Bänder in vier subumbrellare, weit geöffnete Schirmhöhlen hinein (Fig. 63 *G*), welche nur bei den *Ephyropsiden*, sowie in einzelnen sonstigen Ausnahmsfällen *(Discomedusa)* nicht zur Ausbildung gelangen. Das Keimephithel, welches von einem continuirlichen Entodermbelag überkleidet wird, ist als Entodermbildung nachgewiesen. Die Entwicklung erfolgt mittelst Generationswechsels. Nur selten *(Pelagia)* vereinfacht sich die Entwicklung, indem die Larve mit Ueberspringung des festsitzenden Scyphostoma- und Strobilazustandes direct zur *Ephyra* wird (Krohn).

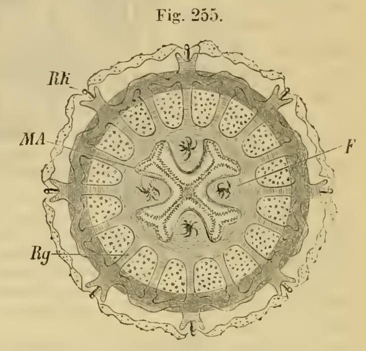
1. *Cathammata*. Mit vier Septalresten in den Radien zweiter Ordnung, tiefer Ringfurche oberhalb des Lappenkranzes und Verwachsungsstreifen in der Mitte der Schirmlappen. Fam. *Periphyllidae*. Umbrella hoch glockenförmig mit einer Ringfurche, welche den Lappenkranz vom Schirmkegel abgrenzt, mit vier Septalknoten und vier Randkörpern in den Radien zweiter Ordnung, mit hohlen Tentakeln (Fig. 254). Lappenkranz mit einer tiefen Radialfurche in der Mitte eines jeden Lappens, welche einer Verwachsung der umbrellaren und subumbrellaren Magenwand entspricht. *Pericolpa quadrigata* E. Haeck. Mit vier Randfäden. Antarktisch. *Periphylla hyacinthina*, Steenstr. Mit 12 Randfäden. Grönland. Fam. *Ephyropsidae*. Scheibe klein, ephyraähnlich, mit 4 Septalknoten und 16 communicirenden Magentaschen, welche durch ebensoviele schmale Verwachsungsstreifen getrennt sind, ohne ausgebildete Mundarme, mit acht Randfäden. Die hufeisenförmigen oder paarig getheilten Genitalorgane liegen noch nicht in Schirmhöhlen. *Ephyropsis* Ggbr. (*Nausithoë* Köll.). *E. pelagica* Köll., Mittelmeer und Adria.

Fig. 254.



Periphylla hyacinthina, nach E. Haeckel. *Rf* Ringfurche zwischen Lappenkranz und Schirmkegel.

Fig. 255.



Rhizostoma-Larve von 4 Mm. Durchmesser, mit noch einfachen unverwachsenen Mundarmen und grosser centraler Mundöffnung. *MA* Mundarme, *Rg* Radiärgefässe, *Rk* Randkörper, *F* Gastralfilamente.

2. *Acathammnia*. Ohne Septalknoten, jedoch mit Gastralfilamenten, mit weiten Magentaschen oder engen verästelten Gefässcanälen.

a) Semaeostomeae. Mit grosser centraler Mundöffnung und vier ansehnlichen, oft gelappten Mundarmen, mit Randfäden an den überaus verschieden gestalteten Lappen des Schirmrandes, Fam. *Pelagiidae*. Mit weiten Magentaschen und langen Randfäden zwischen den Scheibenlappen. *Pelagia* Per. Les. Mit acht langen Randfäden in den intermediären Radien, ohne Generationswechsel. *P. noctiluca* Pér. Les., Mittelmeer. *Chrysaora* Pér. Les.

Mit 24 langen Randfäden. Radiäre und intermediäre Magentaschen merklich verschieden. *Chr. hysoscella* Esch. Hermaphroditisch. Nordsee und Adria. Fam. *Cyaneidae.* Mit weiten Magentaschen und bündelweise vereinigten Senkfäden an der unteren Fläche der tiefgelappten dicken Scheibe, *Cyanea* Pér. Les. Mit 16 (acht radiären, acht intermediären) mehr oder minder weiten, am Ende in gezackte dendritische Gefässe der Randlappen auslaufenden Radiärtaschen. *C. capillata* Esch. Fam. *Aureliidae.* Mit verästelten Radiärgefässen. *Discomedusa* Cls. Mit ansehnlichen Mundarmen und 34 Randfäden, ohne Schirmhöhlen der Genitalorgane. *D. lobata* Cls., Adria. *Aurelia* Pér. Les. Mit fransenähnlichem Tentakelbesatz am Scheibenrande. *A. aurita* L. (*Medusa aurita* L.), Ohrenqualle, Ostsee, Nordsee und Adria (Fig. 61). *A. flavidula* Ag., Küste von Nord-Amerika.

b) Rhizostomeae, Wurzelquallen. Ohne centrale Mundöffnung, mit trichterförmigen Spalten an den acht Mundarmen und acht, seltener zwölf Randkörpern an dem gelappten Schirmrand. Zwischen je zwei Randkörperläppchen finden sich meist acht intermediäre Läppchen. Randfäden fehlen. An den aus Ephyren sich entwickelnden Jugendformen bleibt die centrale Mundöffnung noch lange Zeit erhalten, erst später wird dieselbe durch Verwachsung der Lippenränder geschlossen. Auch sind anfangs nur vier Arme vorhanden (Fig. 255), an deren Rand frühzeitig kleine Tentakelchen sprossen. Später schlagen sich die Armspreiten und ebenso das Terminalstück ventralwärts um, und es wachsen die beiden Ecken jedes Armes zu secundären Armen aus, so dass man vier Armpaare unterscheidet. Schliesslich bilden die gefalteten Säume der vier Armpaare trichterförmige Spalten, die vermeintlichen Saugmündchen, durch welche mikroskopisch kleine Körper in das Rinnen- und Canalsystem der Mundarme geleitet werden (Fig. 247). Fam. *Rhizostomidae. Rhizostoma* Cuv. Die Arme enden mit einfachen röhrenförmigen Ausläufern und tragen an der Basis Nebenkrausen. *Rh. Cuvieri* Pér. Les. Fam. *Cassiopeidae.* Die vielfach verästelten Mundarme mit Nesselkolben und langen Fäden zwischen den terminalen Krausen. *Cotylorhiza* Ag. *C. tuberculata* Esch. (*Cassiopea borbonica* Delle Ch.), Mittelmeer und Adria.

2. Ordnung. **Hydromedusae** [1]), **Hydromedusen.**

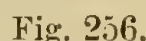
Stöckchen von Polypen ohne Magenrohr und Mesenterialfalten, mit medusoiden Geschlechtsgemmen oder mit kleinen Randsaummedusen (Craspedoten) als Geschlechtsthieren.

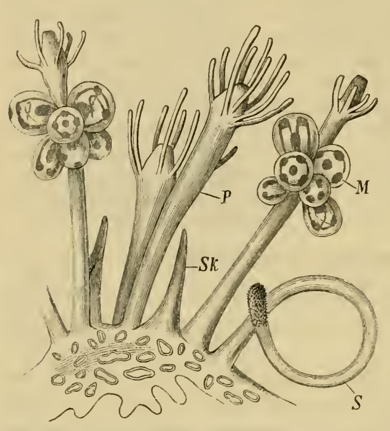
Die Polypen und polypoiden Formen sind die aufammenden Generationen und bilden kleine moosartige oder dendritische Stöckchen, die häufig von chitinigen oder hornigen Röhren (Cuticularskelet) umhüllt sind, welche sich zu becherförmigen Gehäusen im Umkreise der Einzelpolypen erweitern können. Stamm und ramificirte Zweige enthalten einen Centralcanal, welcher mit dem Gastralraum aller einzelnen Polypen und polypoiden Anhänge communicirt und den gemeinsamen Nahrungssaft führt.

Dem Polypen fehlen Magenrohr und Scheidewände der bewimperten Gastralhöhle. In der Regel bleiben Ectoderm und Entoderm einfach und nur durch eine dünne zwischenliegende Stützlamelle gesondert, die keinerlei zellige Elemente aufnimmt. Sehr verbreitet scheint das Vorkommen von

[1]) L. Agassiz, Contributions to the Natural History of the United States of America, Vol. III—IV, 1860—1862. G. J. Allman, A monograph of the gymnoblastic or Tubularian Hydroids, Vol. I und II. London 1871 und 1872. N. Kleinenberg, Hydra. Leipzig 1872. O. und R. Hertwig, Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen. Leipzig 1878. A. Weisman, Die Entstehung der Sexualzellen bei den Hydromedusen. Jena 1883. Ferner E. Haeckel, l. c.

Längsmuskelfasern entweder als unmittelbaren Ausläufern der ectodermalen Epithelzellen *(Hydra, Podocoryne)*, oder es können diese Muskeln als selbstständige Lage kernhaltiger Faserzellen in der Tiefe des Epithels zur Sonderung gelangen *(Hydractinia, Tubularia)*. Nicht immer sind alle Polypen gleich, zunächst finden sich neben dem Ernährungspolypen proliferirende Polypen, welche die Geschlechtsgemmen an ihrer Wandung erzeugen. Die sterilen Polypen können aber selbst wieder untereinander verschieden sein, und sind hier die mund- und tentakellosen Spiralzooids und Tentacularzooids, sowie die durch die mächtige Entwicklung des Cuticularskelettes ausgezeichneten Skeletpolypen hervorzuheben. Wir finden daher schon bei den Hydroiden den Polymorphismus der Siphonophoren vorbereitet *(Podocoryne, Plumularia)* (Fig. 256).


Fig. 256.



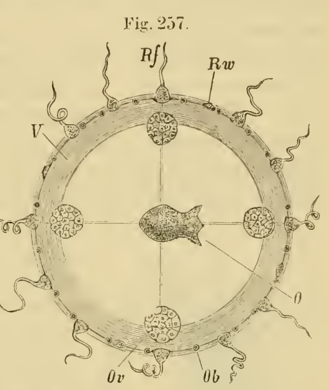
Podocoryne carnea, nach C. Grobben. *P* Polypen, *M* Medusengemmen an proliferirenden Polypen, *S* Spiralzooid, *Sk* Skeletpolyp. (Vergl. die losgelöste Meduse, Fig. 208.)

Geschlechtsproducte werden nur ausnahmsweise im Polypenkörper selbst, und zwar im Ectoderm desselben erzeugt *(Hydra)*. Hier fehlen medusoide Geschlechtsthiere, sei es nun in Folge von vollständiger Rückbildung der Anlagen derselben, sei es, dass es gar nicht zur Bildung solcher gekommen ist und die ursprünglichen Zustände der einfachsten Cnidarien *(Archhydrae)* sich erhalten haben. Im Gegensatz hierzu sind meist kleine sich lösende Scheibenquallen *(Campanularia gelatinosa* van Ben., *Sarsia tubulosa)*, welche früher oder später, oft erst nach längerem freien Leben und nach bedeutender, mit Metamorphose verbundener Grössenzunahme geschlechtsreif werden, die Träger der Geschlechtsstoffe, oder aber aus der Rückbildung solcher abzuleitende medusoide Gemmen, welche in verschiedenem Grade den Bau der Meduse ausgeprägt zeigen. Im letzteren Falle findet sich auf einer höheren Ausbildungsstufe in der Peripherie der Knospe eine mantelartige Umhüllung mit continuirlicher Gefässlamelle oder mit mehr oder minder entwickelten Radiärgefässen (*Tubularia coronata*, *Eudendrium ramosum* van Ben.); im einfachsten Falle nehmen die knospenförmigen Individuen der Geschlechtsgeneration einen Fortsatz der Gastralhöhle des polypenförmigen Trägers oder des Achsencanales vom Hydroidstöckchen auf, in dessen Umgebung sich dann die Geschlechtsstoffe anhäufen *(Hydractinia echinata, Clava squamata)*.

Die als Hydromedusen zu bezeichnenden Scheibenquallen unterscheiden sich von den *Scyphomedusen* durch ihre geringere Grösse — einzelne Formen, wie z. B. *Aequorea,* können freilich mehr als einen Fuss im Durchmesser erreichen — und durch die einfachere Organisation; sie besitzen eine geringere Zahl (4, 6 oder 8) Radiärgefässe, nackte, nicht von Hautlappen bedeckte Randkörper (daher *Gymnophthalmata*, Forbes) und einen muskulösen Randsaum, *Velum* (daher *Craspedota,* Gegenbaur) (Fig. 257). Die *Geschlechtsproducte* bilden sich an der Wandung der Radiärcanäle oder des Magenstieles aus dem Ectoderm und nicht wie bei den Scyphomedusen an der Gastralseite subumbrellarer Höhlungen.

Die hyaline Gallertsubstanz der Scheibenqualle bleibt in der Regel structurlos und entbehrt zelliger Einlagerungen, kann aber von senkrechten Fasern durchsetzt sein, deren Bildung als Zellausläufer wohl im Zusammenhang mit der Genese des Gallertschirmes als Ausscheidungsproduct des anlagernden Ectoderm- und Entodermepithels zu erklären ist.

Fig. 257.



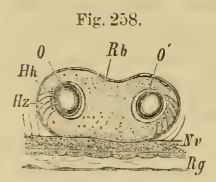
Phialidium variabile, von der Subumbrellarseite aus dargestellt. *V* Velum, *O* Mund, *Ov* Ovarien, *Ob* Gehörbläschen, *Rf* Randfäden, *Rw* Randwülste.

Der *Nervenring* am Scheibenrande wird von einem kleinzelligen, Flimmerhaare tragenden Sinnesepithel bedeckt und erscheint als doppelter, von Ganglienzellen durchsetzter Faserstrang. Der umfangreichere *obere Nervenring* verläuft oberhalb des Velums, der schwächere *untere* hat dagegen seine Lage auf der unteren Seite desselben. Dieser enthält stärkere Fasern, sowie grössere Ganglienzellen und versorgt durch austretende Fibrillenzüge, welche wiederum zu Ganglienzellen anschwellen und einen subepithelialen Plexus zwischen Muskelepithel und Faserschicht bilden, die Muskulatur von Velum und Subumbrella. Vom oberen Nervenring, in welchem kleinere Ganglienzellen vorwiegen, treten die Fibrillenzüge zu den Tentakeln, während die Fibrillen der Sinnesnerven von beiden Nervenringen ausgehen können. Die schon seit langer Zeit als *Sinnesorgane* in Anspruch genommenen *Randkörper* sind entweder Ocellen oder Otolithenbläschen (Statocysten). Demgemäss sind die Hydroidmedusen entweder *Ocellaten* oder *Vesiculaten.*

Bei den letzteren gehören die Otolithenbläschen am Scheibenrande der Subumbrellarseite an, welche eine oder mehrere in Zellen entstandene Concremente enthalten. Jeder concrementhaltigen Zelle liegen eigenthümliche Sinneszellen an, deren bügelförmig gebogene Haare die Concrementzellen berühren. In die Basis jeder Sinneszelle tritt eine Nervenfibrille über

(Fig. 258). Die statischen Organe der Trachymedusen dagegen entstehen oberhalb des Velums am oberen Nervenring und sind entweder frei vorstehende Kölbchen mit in Entodermzellen entstandenen Concretionen und mit ectodermalen Sinneszellen *(Trachynema)*, oder wie bei *Geryonia* blasenförmig umschlossene Bildungen mit den gleichen Zellengruppen (Fig. 259).

Fig. 258.

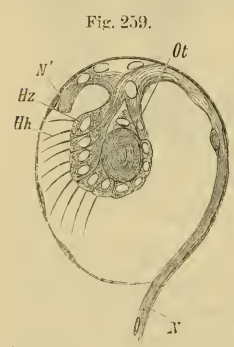


Randbläschen mit Nervenring und Ringgefäss von *Octorchis*, nach O. und R. Hertwig. *Rb* Randbläschen, *O*, *O'* zwei Otolithen, *Hz* Hörzellen, *Hh* Hörhaare, *Nv* oberer Nervenring, *Rg* Ringgefäss (Typus der Gehörorgane der *Vesiculaten*).

Fast allgemein herrscht getrenntes Geschlecht. Zuweilen beobachten wir auch an Medusen Knospenbildung *(Sarsia prolifera)* oder Theilung *(Stomobrachium mirabile)*. Auch können parasitische Jugendformen von *Cuninen* durch Sprossung Anlass zur Entstehung von Knospenähren an *Geryoniden* geben.

Die *Keimzellen* scheinen überall aus dem Ectoderm zu entspringen, wenngleich sie nicht selten von der primären Keimstätte aus durch amöboide Bewegung in das Entoderm übergeführt werden. Ursprünglich mochten dieselben am Mundstiel ihre Lage haben, wo das Keimepithel auch jetzt noch in vielen Fällen im Ectoderm zur Reife gelangt. Von hier aus erfuhren sie schon während der phylogenetischen Entwicklung eine Verschiebung nach der Peripherie in die Radiärcanäle und bei Rückbildung der Meduse zu einer medusoiden Gemme in das Parenchym des Stockes. Auf diese Weise scheint nach Weisman die Erklärung der Thatsache gegeben, dass in der ontogenetischen Entwicklung mancher Hydroiden das Keimepithel am Stocke entsteht und erst später in die Medusengemmen überwandert und hier zur Reife gelangt.

Fig. 259.



Otolithenbläschen von *Geryonia (Carmarina)*, nach O. und R. Hertwig. *N* und *N'* die zutretenden Nerven, *Ot* Otolith, *Hz* Sinneszellen, *Hh* Haare. (Typus der Gehörorgane der *Trachymedusen*.)

Die Entwicklung des in der Regel einer Dotterhaut entbehrenden Eies ist in neuerer Zeit besonders durch E. Metschnikoff[1]) eingehender verfolgt. Ueberall scheint eine totale Furchung stattzufinden, welche im Umkreis einer geräumigen Furchungshöhle zur Bildung eines einschichtigen Blastoderms führt. Dieses erzeugt eine zweite, entodermale Zellenlage als innere Bekleidung der Gastralhöhle meist mittelst polarer Einwucherung *(Aequorea)*. Die kugelige oder ovale Larve setzt sich nun entweder fest, um durch Sprossung zu einem kleinen Hydroidstöckchen zu werden, oder bildet sich frei schwimmend direct zur Meduse aus *(Trachymedusen)*.

---

[1]) E. Metschnikoff, Embryologische Studien an Medusen. Wien 1886.

Die frei gewordenen Medusen erfahren nach ihrer Lösung meist eine weitere Umgestaltung, die nicht nur auf einer Formveränderung des sich vergrössernden Schirmes und Mundstieles, sondern auch auf einer Vermehrung der Randfäden, Randkörper *(Tima)* und selbst Radiärcanäle *(Aequorea)* beruht. Indessen kommt es auch vor, dass die geschlechtsreife Scheibenqualle nach Körpergrösse, Zahl der Randkörper und Tentakeln ganz bedeutende Variationen zeigt *(Phialidium variabile, Clytia volubilis)*.

Die Schwierigkeit der Systematik wird durch den Umstand erhöht, dass die nächst verwandten Polypenstöckchen verschiedene Geschlechtsformen erzeugen können, wie z. B. *Monocaulus* sessile Geschlechtsgemmen, *Corymorpha* sich loslösende Medusen *(Steenstrupia)* hervorbringen. Auch können übereinstimmend gebaute Medusen, die man zu derselben Gattung stellen würde, von Hydroidstöckchen verschiedener Familien aufgeammt werden *(Isogonismus)*. Daher erscheint es ebensowenig zulässig, der Eintheilung ausschliesslich die Geschlechtsgeneration zu Grunde zu legen, als die Ammengeneration ohne die erstere zu berücksichtigen.

1. Unterordnung. *Hydrariae*. Solitäre kleine Polypen ohne cuticulare Röhrchen mit hohlen Tentakeln und beiderlei Geschlechtsstoffen im Ectoderm desselben Polypenleibes. Fam. *Hydridae*. *Hydra* L., Süsswasserpolyp. *H. viridis* L., *H. fusca* L., bekannt durch die ausserordentliche Reproductionskraft. Im Sommer pflanzt sich derselbe durch Knospen, im Herbst geschlechtlich fort. Noch einfacher verhält sich die tentakellose *Protohydra* Greff.

2. Unterordnung. *Hydrocoralliae*. Korallenähnliche Hydroidstöcke mit verkalktem Cuticularskelet. Das aus einem röhrigen Netzwerk gebildete Coenenchym mit in oberflächlichen Poren geöffneten Zellen theils für grössere Nährpolypen, theils für mundlose, mit Tentakeln besetzte Individuen, welche in grösserer Zahl meist kreisförmig um je ein Nährthier angeordnet sind. Fam. *Milleporidae Millepora* L. *M. alcicornis* L. Fam. *Stylasteridae*. *Stylaster sanguineus* M. Edw. H., *Allopora oculina* Ehrbg.

3. Unterordnung. *Tubulariae (Ocellatae)*. Nackte oder von chitinigem Periderm überkleidete Polypenstöckchen ohne becherförmige Zellen *(Hydrotheken)* in der Umgebung der Polypenköpfchen. Die Geschlechtsgemmen sprossen am Leibe der Polypen oder am Stocke. Die sich lösenden Medusen (Anthomedusen) besitzen meist Augenflecken wie die Gattungen *Oceania*, *Sarsia* etc. Die Geschlechtsorgane liegen in der Wand des Magenstieles. Fam. *Claridae*. Polypenstöckchen mit chitinigem Periderm. Die keulenförmigen Polypen mit zerstreut stehenden, einfach fadenförmigen Tentakeln. Die Geschlechtsgemmen entstehen am Polypenkörper und bleiben meist sessil. *Cordylophora* Allm. Stock verzweigt mit Stolonen, welche fremde Gegenstände überziehen. Gonophoren oval, diöcisch vertheilt. Im süssen Wasser. *C. lacustris* Allm., *albicola* Kirchp., Elbe, Schleswig. Marine Gattungen sind *Clava* O. Fr. Müll. *Eudendrium ramosum* L., *Syncoryne Sarsii* Lov. und *Cladonema radiatum* Duj. Fam. *Hydractinidae*. Polypenstöckchen mit flacher Ausbreitung des Coenenchyms und festen incrustirten Skeletabscheidungen. Die Polypen sind keulenförmig mit einem Kranze einfacher Tentakeln. Neben denselben gibt es auch lange tentakelförmige Polypoiden (Spiralzooids). *Hydractinia* van Ben. Medusengemmen sessil an tentakellosen proliferirenden Individuen. *H. echinata* Flem. *Podocoryne* Sars. Die Geschlechtsgemmen werden als Oceaniden frei *P. carnea* Sars. (Fig. 256 und 208). Fam. *Tubularidae*. Polypenstöckchen von chitinigem Periderm überzogen; die Polypen tragen innerhalb des äusseren Tentakelkranzes einen inneren, der Proboscis aufsitzenden Kreis fadenförmiger Tentakeln. Die Geschlechtsgemmen entspringen zwischen beiden Kreisen von Fangarmen. *Tubularia* L. Die Hyroidstöckchen bilden kriechende Wurzelverzweigungen, auf denen sich einfache oder verzweigte Aestchen

mit den endständigen Polypenköpfchen erheben. Die Geschlechtsgemmen sessil. *T.* (*Thamnocnidia* Ag.) *coronata* Abilg., diöcisch. *Corymorpha* Sars. Der von gallertigem Periderm umhüllte Stiel des solitären Polypen befestigt sich mit wurzelförmigen Fortsätzen und enthält Radiärcanäle, welche in die weite Magenhöhle des Polypenköpfchens führen. Die freiwerdende Meduse *(Steenstrupia)* glockenförmig, mit einem Randfaden, aber bulbösen Anschwellungen am Ende der unteren Radiärcanäle. *C. nutans* Sars., *C. nana* Alder.

4. Unterordnung. *Campanulariae (Vesiculatae).* Die chitinigen Skeletröhren erweitern sich in der Umgebung der Polypenköpfchen zu becherförmigen Zellen *(Hydrotheken).* In diese kann das Polypenköpfchen Mundkegel *(Proboscis)* und Tentakeln meist vollständig zurückziehen. Die Geschlechtsgemmen entstehen fast regelmässig an der Wandung proliferirender Individuen, welche der Mundöffnung und der Tentakeln entbehren, und sind bald sessil, bald trennen sie sich als kleine Medusen (Leptomedusen) mit Geschlechtsorganen an den Radiärcanälen *(Eucopiden, Geryonopsiden, Aequoriden).* Fam. *Plumularidae.* Die Zellen der verzweigten Hydroidstöckchen einreihig, die Zellen der Nährpolypen mit kleinen, von Nesselkapseln erfüllten Nebenkelchen (Nematocalyx). *Plumularia cristata* Lam. *Antennularia antennina* Lam. Fam. *Sertularidae.* Verzweigte Hydroidstöckchen, deren Polypen in flaschenförmigen Zellen an entgegengesetzten Seiten der Aeste sich erheben. *Dynamena pumila* L., *Sertularia abietina, cupressina* L. Fam. *Campanularidae = Eucopidae.* Die becherförmigen Zellen sitzen vermittelst geringelter Stiele auf, die Polypen besitzen unterhalb ihrer conisch vortretenden Proboscis einen Kreis von Fangarmen. *Campanularia* Lam. Die proliferirenden Individuen sitzen den Verzweigungen auf und erzeugen freie Medusen von glockenförmiger Gestalt mit kurzem vierlippigen Mundstiel, vier Radiärcanälen, ebensoviel Randfäden und acht interradialen Randbläschen. Nach der Trennung bilden sich die Interradialtentakeln aus. *C. (Clytia) Johnstoni = volubilis* Johnst., wahrscheinlich mit *Eucope variabilis* Cls. *Obelia* Pér. Les. Unterscheidet sich von *Campanularia* durch die Medusen. Dieselben sind flach, scheibenförmig und besitzen zahlreiche Randtentakeln, aber ebenfalls acht interradiale Bläschen. *O. dichotoma* L. = *(Campanularia gelatinosa* van Ben., Fig. 246 *a, b), C. geniculata* L., *Laomedea* Lamx. Die Geschlechtsgemmen bleiben sessil in der Zelle des proliferirenden Trägers. *L. caliculata* Hincks. Fam. *Aequoriden.* Medusen mit zahlreichen Radiärgefässen und Randtentakeln. *Aequorea* Forsk. *Ae. Forskalina* Ag. Hier schliessen sich die *Octorchiden* an. *Octorchis* E. Haeck. *Tima.*

5. Unterordnung. *Trachymedusae.* Medusen mit festem, oft durch Knorpelspangen gestütztem Gallertschirm, mit starren, von solidem Zellenstrang erfüllten Tentakeln, welche auf den Jugendzustand beschränkt sein können (Larven der *Geryoniden*). Entwicklung ohne Hydroidammen durch Metamorphose. Fam. *Trachynemidae.* Mit starren, kaum beweglichen Randfäden. Die Genitalorgane entwickeln sich an bläschenförmigen Ausstülpungen der acht Radiärcanäle. *Aglaura hemistoma* (*Trachynema ciliatum* Ggbr.), *Rhopalonema velatum* Ggbr., Messina. Fam. *Aeginidae.* Von scheibenförmiger Gestalt der knorpelharten Umbrella, mit taschenförmigen Aussackungen des weiten dehnbaren Magenraumes an Stelle der Radiärgefässe. Ringgefäss meist obliterirt und auf einen Zellstrang reducirt. *Cunina albescens* Ggbr., Neapel. *Aegineta flavescens* Ggbr. *Aeginopsis mediterranea* Joh. Müll. Fam. *Geryonidae.* Schirm mit knorpeligen Mantelspangen und vier oder sechs hohlen schlauchförmigen Randtentakeln. Magenstiel lang, cylindrisch konisch, mit rüsselförmigem Mundstück und vier oder sechs Canälen, die in die Radiärcanäle übergehen. Die Geschlechtsorgane liegen an den Radiärcanälen; acht oder zwölf Randbläschen. *Liriope* Less. Mit vier Randcanälen, vier oder acht Tentakeln und acht Randbläschen. *L. tetraphylla* Cham. Indischer Ocean. *Geryonia* Pér. Les. Mit sechs Radiärcanälen, ohne Zungenkegel. *G. umbella* E. Haeck. *Carmarina* E. Haeck. Mit sechs Radiärcanälen und Zungenkegel. *C. hastata* E. Haeck., Nizza.

3. Ordnung. **Siphonophorae** [1]), **Schwimmpolypen, Röhrenquallen.**

Freischwimmende, polymorphe Hydroidstöcke mit contractilem Stamme, mit polypoiden Ernährungsthieren und medusoiden Geschlechtsgemmen, meist auch mit Schwimmglocken, Deckstücken und Tastern.

In morphologischer Beziehung schliessen sich die *Siphonophoren* unmittelbar an die *Hydroidstöcke* an, erscheinen indessen weit mehr als diese Individuen ähnlich, und zwar in Folge des hoch entwickelten Polymorphismus ihrer polypoiden und medusoiden Anhänge. Die Leistungen der letzteren greifen so innig ineinander und sind so wesentlich für die Erhaltung des Ganzen nothwendig, dass wir physiologisch die Siphonophore als Individuum und ihre Anhänge als Organe betrachten können. Dazu kommt die geringe Selbstständigkeit der medusoiden Geschlechtsgeneration, die nur ausnahmsweise *(Velelliden)* die morphologische Stufe der freischwimmenden Meduse erlangt.

Fig. 260.

Schema einer *Siphonophora*. *St* Stamm, *Ek* Ectoderm, *En* Entoderm, *Pn* Pneumatophor, *Sk* Schwimmglockenknospe, *S* Schwimmglocke, *D* Deckstück, *G* Genitalgemme, *T* Taster, *Sf* Senkfaden, *P* Polyp, *O* Mundöffnung desselben, *Nk* Nesselknopf.

Anstatt des befestigten ramificirten Hydroidstockes tritt ein freischwimmender, unverästelter, selten mit einfachen Seitenzweigen versehener contractiler Stamm (Hydrosom) auf, der häufig in seinem oberen, flaschenförmig aufgetriebenen Ende, Luftkammer oder *Pneumatophor*, oft unterhalb eines apicalen lebhaft gefärbten Pigmentflecks einen Luftsack einschliesst (Fig. 260).

[1]) Ausser Kölliker, C. Vogt, Huxley u. A. vergl.: C. Gegenbaur, Beobachtungen über Siphonophoren. Zeitschr. für wiss. Zool., 1853, ferner: Neue Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren. Nova acta. Tom. XXVII, 1859. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen. I. Giessen 1853, ferner: Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. Archiv für

Ueberall findet sich in der Achse des Stammes ein Centralcanal, in welchem die Ernährungsflüssigkeit durch die Contractilität der Wandung und durch Wimperbewegungen in Strömung erhalten wird. Der mit Luft gefüllte Sack, welcher in der Spitze des Stammes von radialen Scheidewänden wie eine Blase getragen wird und sich in manchen Fällen zu einem umfangreichen Behälter ausdehnen kann *(Physalia)*, hat die Bedeutung eines hydrostatischen Apparates. Derselbe dient bei den Formen mit sehr langem spiraligen Stamme vornehmlich zur Erhaltung der aufrechten Lage des Siphonophorenleibes und kann in einzelnen Fällen seinem gasförmigen Inhalt freien Austritt durch eine oder mehrere Oeffnungen gestatten. Bei einzelnen Tiefseebewohnern *(Rhodaliden)* soll derselbe durch einen besonderen glockenförmigen, Gas secernirenden Anhang, Aurophor, nach aussen (Fig. 269) ausmünden.

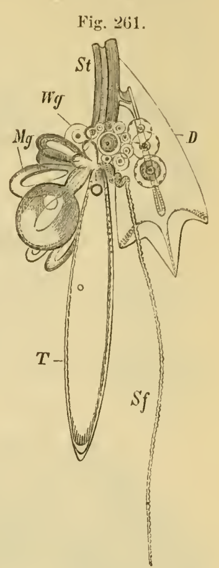
Die an dem spiralig gedrehten, seltener verkürzten und blasig aufgetriebenen Stamme hervorgesprossten Anhänge, deren Gastralraum mit dem Centralcanal communicirt, erscheinen überall mindestens in doppelter Form: 1. als polypoides Ernährungsthier mit Fangfaden und 2. als medusoide Geschlechtsgemme. Die Nährpolypen, *Saugröhren* oder *Magenschläuche* genannt, sind einfache, mit einer Mundöffnung versehene Schläuche, die niemals einen Tentakelkranz besitzen, dagegen stets an ihrer Basis einen langen Fangfaden tragen. Dieser kann sich zu bedeutender Länge entfalten und wiederum in Spiraltouren zurückziehen; seltener stellt derselbe einen einfachen Faden dar, in der Regel trägt er zahlreiche unverästelte Seitenzweige, die selbst wieder in nicht minder hohem Grade contractil erscheinen. Stets sind die Fangfäden mit einer grossen Zahl von Nesselkapseln besetzt, welche an manchen Stellen eine sehr dichte und gesetzmässige Anordnung erhalten und namentlich an den Seitenzweigen durch eine besonders dichte Anhäufung grosse, lebhaft gefärbte Anschwellungen, *Nesselknöpfe*, entstehen lassen, an denen sich ganze Batterien verschiedener Sorten dieser mikroskopischen Waffen anhäufen. In ihrer besonderen Gestaltung zeigen die Nesselknöpfe in den einzelnen Familien, Gattungen und Arten charakteristische Abweichungen, welche werthvolle systematische Anhaltspunkte liefern.

Die zweite Form von Anhängen, die *Geschlechtsgemmen*, bringen meist einen glockenartigen Mantel mit Ringgefäss und Radiärgefässen in der Umgebung des mit Eiern oder Samenfäden gefüllten centralen Stieles oder Klöpfels zur Entwicklung. Gewöhnlich entspringen sie traubenförmig gruppirt

Naturgesch. 1854. E. Metschnikoff, Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXIV, 1874. C. Claus, Ueber Halistemma tergestinum n. s., nebst Bemerkungen über den feineren Bau der Physophoriden. Arbeiten aus dem zool. Institut der Univ. Wien etc., Tom. I, 1878. E. Haeckel, Report on the Siphonophorae collected by H. M. Challenger. 1889. C. Chun, Die Siphonophoren der Canarischen Inseln. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin 1889. Derselbe, Die canarischen Siphonophoren in monographischen Darstellungen. Abh. Senkenb. Naturf. Gesellschaft. I, Bd. XVI, 1890, Bd. XVIII, 1892.

an der Basis von Tastern, seltener von Ernährungspolypen, z. B. *Velella*. Männliche und weibliche Zeugungsstoffe entstehen durchgängig gesondert in verschieden gestalteten Knospen, finden sich aber meist in unmittelbarer Nähe monöcisch an demselben Stocke vereinigt (Fig. 261); indessen gibt es auch *diöcische* oder, wenn man die Gemmen als Geschlechtsorgane betrachtet, getrennt geschlechtliche Siphonophoren, z. B. *Apolemia uvaria* und *Diphyes acuminata*. Häufig trennen sich die reifen Geschlechtsmedusoiden von dem Stocke, nur selten werden sie als kleine Medusen frei (*Chrysomitra* der Velelliden), um erst während des freien Lebens die Geschlechtsstoffe zu erzeugen.

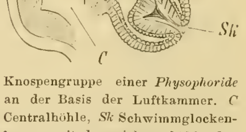
Fig. 261.



Ein Stück Stamm mit Anhängen von *Halistemma tergestinum*. *St* Stamm. *D* Deckstück, *T* Taster, *Sf* Senkfaden desselben, *Wg* weibliche, *Mg* männliche Geschlechtsgemmen.

Ausser den constanten Nährpolypen und medusoiden Geschlechtsgemmen gibt es aber noch inconstante Anhänge, ebenfalls modificirte Polypoide oder Medusoide. Es sind dies die *mundlosen* wurmförmigen *Taster*, welche wie die Polypen einen freilich einfacheren und kürzeren Fangfaden ohne Seitenzweige und Nesselknöpfe tragen, ferner die blattförmigen, knorpelig harten *Deckschuppen*, die als Schutzorgane der Polypen, Taster und Geschlechtsknospen dienen, und endlich die als *Schwimmglocken* bekannten Anhänge unterhalb des Pneumatophors. Die letzteren wiederholen, wenngleich in *bilateral symmetrischer* Gestaltung, den Bau der Meduse, entbehren aber des Mundstiels und der Mundöffnung, sowie der Tentakeln und Randkörper. Dafür aber erlangt im Zusammenhange mit der ausschliesslich locomotiven Leistung die tief glockenförmig ausgehöhlte Subumbrella, der Schwimmsack, eine um so bedeutendere Ausdehnung und kräftigere Muskelbekleidung. Alle Anhänge entwickeln sich aus Knospen mit Ectoderm, Entoderm und Centralraum, welcher mit der Centralhöhle des Stammes communicirt. Bei den Schwimmglocken und Genitalgemmen liefert eine ectodermale Einwucherung (Knospenkern) die Bekleidung der Subumbrella, beziehungsweise die Geschlechtsstoffe (Fig. 262).

Fig. 262.

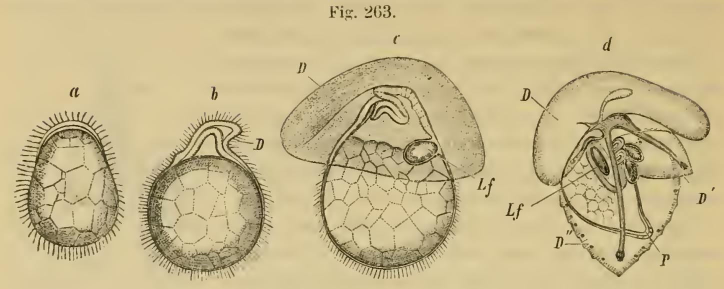


Knospengruppe einer *Physophoride* an der Basis der Luftkammer. *C* Centralhöhle, *Sk* Schwimmglockenknospe mit dem sich aushöhlenden Knospenkerne.

Die grossen Eier, welche häufig nur in einfacher Zahl den Knospenkern der weiblichen Geschlechtsgemme füllen, entbehren der Dottermembran und erfahren nach der Befruchtung eine regelmässig totale Dotterklüftung. An dem freischwimmenden Larvenkörper bildet sich zuerst eine Schwimm-

glocke *(Diphyes)* aus, oder der obere Theil der Larve wird zu einem

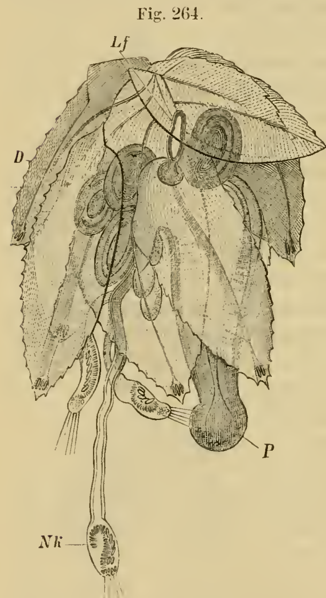
Fig. 263.



Entwicklung von *Agalmopsis Sarsii*, nach Metschnikoff. *a* Bewimperte Larve, *b* Stadium mit Anlage des Deckstückes *(D)*, *c* Stadium mit kappenförmigem Deckstück *(D)* und Luftkammeranlage *(Lf)*, *d* Stadium mit drei Deckblättern *(D, D′ D″)*, Polypen *(P)* und Senkfaden.

kappenförmigen Deckstück nebst Luftsack, der untere zu dem primären Nährpolypen *(Agalmopsis)*. Indem neue Knospen zu blattförmigen Deckstückchen werden, kommt es zur Ausbildung eines kleinen Stockes mit provisorischen Anhängen, welche die Siphonophorenentwicklung als eine Metamorphose aufzufassen gestatten (Fig. 263 und 264). Der nach Auftreten eines Fangfadens mit provisorischen Nesselknöpfen durch neue Deckstücke vervollständigte Kranz von Deckschuppen persistirt nur bei *Athorybia*, bei der es überhaupt nie zur Bildung einer Schwimmsäule mit Schwimmglocken kommt. Bei *Agalmopsis* und *Physophora* fallen die primären Deckstücke der Larve mit der Streckung des Stammes ab und werden dann durch Schwimmglocken ersetzt. Phylogenetisch wird man die Siphonophoren von einem der Hydractinia ähnlichen Hydroidstöckchen abzuleiten haben, welches, ohne einen Befestigungspunkt zu gewinnen, flottirend sich weiter ausgebildet hat. Andere Forscher glauben eine proliferirende Hydromeduse zum Ausgang nehmen und die Siphonophore auf einen polymorphen Medusenstock mit dislocirten Organen, Magenschläuchen, Senkfäden etc. zurückführen zu können.

Fig. 264.



Kleiner Larvenstock von *Agalmopsis* nach dem Typus der *Athorybia*. *Lf* Luftkammer, *D* Deckstück, *Nk* Nesselknopf, *P* Polyp.

1. Unterordnung. *Calycophoridae.* Mit langem, des Luftsackes entbehrendem Stamme und zweizeiliger *(Hippopodidae)* Schwimmsäule oder mit zwei grossen gegenüberstehenden Schwimmglocken, selten mit nur einer Schwimmglocke. Taster fehlen. Die Anhänge entspringen gruppenweise in gleichmässigen Abständen und können in einen Raum der Schwimmglocken zurückgezogen werden. Jede Individuengruppe besteht aus einem kleinen Nährpolypen nebst Fangfaden mit nackten nierenförmigen Nesselknöpfen und Geschlechtsgemmen, zu denen in der Regel noch ein schirm- oder trichterförmiges Deckstück hinzukommt (Fig. 265). Dieselben lösen sich bei einigen *Diphyiden* als *Eudoxien* vom Stammesende zu selbstständiger Existenz ab (Fig. 266). Die Geschlechtsmedusoiden enthalten zahlreiche Eier in dem oft zapfenförmig aus der Mantelöffnung vorstehenden Manubrium. Fam. *Monophyidae.* Mit einer einzigen grossen Schwimmglocke am oberen Stammende. *Monophyes* Cls. *M. irregularis* Cls. *M. (Sphaeronectes) gracilis* Cls. mit *Diplophysa inermis* Ggbr., Mittelmeer. Fam. *Diphyidae.* Mit zwei sehr grossen, einander gegenüberstehenden Schwimmglocken am oberen Ende des Stammes. *Diphyes acuminata* Lkt. (Fig. 265), dioecisch mit *Eudoxia campanulata. Abyla pentagona* Esch. mit *Eudoxia cuboides,* Mittelmeer. *Praya maxima* Ggbr., Mittelmeer. Fam. *Polyphyidae.* Mit zweizeiliger Schwimmsäule an einer oberen seitlichen Abzweigung des Stammes (Nebenachse) ohne Deckstücke. Die Geschlechtsgemmen in Form von Träubchen an der Basis der Nährpolypen. *Hippopodius luteus* Forsk. Mittelmeer.

Fig. 265.

Diphyes acuminata, etwa achtfach vergrössert. *Sb* Saftbehälter in der oberen Schwimmglocke.

Fig. 266.



Stück einer *Diphyide,* nach R. Leuckart, *D* Deckstück, *GS* Genitalschwimmglocke, *P* Polyp mit Fangfaden. Die Individuengruppe trennt sich als *Eudoxia.*

2. Unterordnung. *Pneumatophoridae,* Blasenträger. Mit kurzem, sackförmig erweitertem (Fig. 267) oder langgestrecktem spiraligen (Fig. 268) Stamme mit flaschenförmigem Luftsack, in der Regel mit Schwimmglocken, welche unterhalb der Luftkammer eine zwei- oder mehrzeilige Schwimmsäule zusammensetzen. Deckstücke und Taster sind meist vorhanden und wechseln mit den Polypen und Geschlechtsgemmen in gesetzmässiger Anordnung. Die weiblichen Gemmen mit je einem Ei. Fam. *Agalmidae.* Stamm ausserordentlich langgestreckt und spiralig gewunden, mit zwei- oder mehrzeiliger Schwimmsäule. Deckstücke und Tentakeln vorhanden. *Forskalia contorta* M. Edw., Nährpolypen an stielförmigen Seitenanhängen des Stammes, welche zahlreiche Deckschuppen tragen. *Halistemma* Huxl., Taster und Deckschuppen unmittelbar am Stamme. *H. rubrum* Vogt, Mittelmeer. *H. tergestinum* Cls. (Fig. 268). *Agalmopsis Sarsii* Köll., *Apolemia uvaria* Less., Mittelmeer. Dioecisch. Fam. *Physophoridae.* Stamm verkürzt und unterhalb der zweizeiligen Schwimmsäule zu einem spiraligen Sack erweitert. Deckstücke fehlen. Statt derselben zwei äussere Tasterkränze mit darunter liegenden Geschlechtsträubchen und Nährpolypen nebst Fangfaden. *Physophora* Forsk., *Ph. hydrostatica* Forsk., Mittelmeer (Fig. 267). Fam. *Athorybiadae.* Mit einem Kranze wirbelförmig gestellter Deckstücke an der Stelle der Schwimmsäule. *Athorybia rosacea* Esch., Mittelmeer. Fam. *Rhodalidae.* Mit grossem Pneumatophor, unterhalb desselben ein Kranz von Schwimmglocken, zwischen diesen in der Mittellinie ein Sack mit nach aussen geöffnetem Luftgang (Aurophor). Stamm eiförmig mit knorpelhartem, von einem Canalnetz durchsetzten Stützgewebe. Am Stamme Polypen mit Senkfäden und traubenförmigen Geschlechtsgemmen. Tiefseebewohner. *Stephalia corona* E. Haeck.

(Fig. 269). *Angelopsis* Fewk. (*Auralia* E. H.). *Rhodalia* E. Haeck. Fam. *Physalidae*. Stamm



Physophora hydrostatica. *Pn* Pneumatophor, *S* Schwimmglocken, zweireihig an der Schwimmsäule angeordnet, *T* Tentakel, *P* Polyp oder Magenschlauch nebst Senkfaden *(Sf)*, *Nk* Nesselknöpfe an demselben, *G* Genitalträubchen.

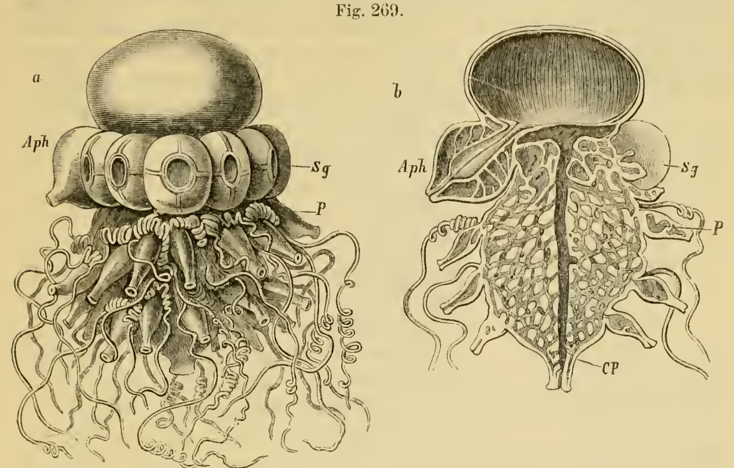
Halistemma tergestinum. *Pn* Pneumatophor, *S* Schwimmglocken, *P* Nährpolyp, *T* Tasterpolyp, *D* Deckstück, *Nk* Nesselknöpfe am Senkfaden.

zu einer mächtigen Blase erweitert, fast horizontal liegend, mit sehr umfangreichem, apical geöffnetem Luftsack. Schwimmglocken und Deckstücke fehlen. An der Ventrallinie des Sackes sitzen grosse und kleine Nährpolypen mit sehr kräftigen und langen Fangfäden, sowie die an tasterartigen Polypoiden befestigten Geschlechtsträubchen. Die weiblichen Gemmen scheinen freischwimmende Medusen zu werden. *Physalia* Lam., *P. Caravella* Esch. (*Arethusa* Til.), *pelagica*, *utriculus* Esch., Atlant. Ocean.

3. Unterordnung. *Discoideae*. Stamm zu einer flachen Scheibe zusammengedrückt, mit einem Systeme canalartiger Räume (Centralhöhle). Oberhalb desselben liegt der Luftsack in

Gestalt eines scheibenförmigen, aus concentrischen (nach aussen geöffneten) Kammern zusammengesetzten, von Chitin ausgekleideten Behälters. Auf der unteren Fläche der Scheibe sitzen die polypoiden und medusoiden Anhänge, im Centrum ein grosser Nährpolyp und in dessen Umgebung zahlreiche kleinere Polypen, welche an der Basis die Geschlechtsgemmen

Fig. 269.



Stephalia corona nach E. Haeckel. *a* Seitenansicht. *Aph* Aurophor oder ausführender Abschnitt des Pneumatophors. Unterhalb des letzteren ein Kranz von Schwimmglocken *(Sg)*, dann die Polypen oder Magenschläuche *(P)* mit ihren Senkfäden und der Centralpolyp. *b* Sagittalschnitt. Der Magenraum des Centralpolypen *(CP)* führt in die Centralhöhle des Stammes.

tragen, endlich folgen nicht weit vom Scheibenrande die Tentakeln. Die Geschlechtsgemmen werden als kleine Medusen *(Chrysomitra)* frei und erzeugen erst lange nach der Trennung die Geschlechtsstoffe. Fam. *Velellidae. Velella spirans* Esch., Mittelmeer. *Porpita mediterranea* Esch.

III. Classe. Ctenophorae [1]), Rippenquallen.

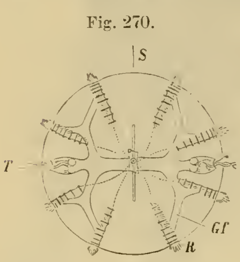
Zweistrahlige Coelenteraten von kugelig walzenförmiger, selten bandförmig gestreckter Gestalt, mit acht meridionalen Reihen von grossen Flimmerplatten (Rippen), mit Magenrohr und gastralen Gefässcanälen, in der Regel mit zwei in Taschen zurückziehbaren Senkfäden.

Die Rippenquallen, deren Körperform sich auf die Kugel zurückführen lässt, sind freischwimmende Coelenteraten von gallertiger Consistenz und

[1]) C. Gegenbaur, Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren. Archiv für Naturgesch., 1856. L. Agassiz, Contributions to the Nat. History of the United States of America. Vol. III. Boston 1860. A. Kowalevski, Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen. Petersburg 1866, sowie die russische Abhandlung, 1873. H. Fol, Ein Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Rippenquallen. Inauguraldissertation. Jena 1869. A. Agassiz, Embryology of the Ctenophorae. Cambridge 1874. C. Chun, Die Ctenophoren des Golfes von Neapel. Leipzig 1880. R. Hertwig, Ueber den Bau der Ctenophoren. Jen. Zeitschr. für Naturw. 1880. E. Metschnikoff, Ueber die Gastrulation und Mesodermbildung der Ctenophoren. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Tom. XLII, 1885.

zweistrahlig symmetrischem Bau. Schon äusserlich erscheint der Leib oft von zwei Seiten comprimirt, so dass man zwei durch die Längsachse zu einander renkrecht gelegte Ebenen als *Sagittalebene* und *Transversalebene* (der Median- und Lateralebene der seitlich symmetrischen Thiere analog) unterscheiden kann (Fig. 270). Der Lage dieser *Hauptebenen* entspricht die innere Organisation, indem in die Transversalebene fast alle nur in zweifacher Zahl auftretenden Körpertheile, wie die beiden Senkfäden und Magengefässe, die Leberstreifen des Magens, die Stammgefässe der acht Rippencanäle hineinfallen, während in die Sagittalebene der längere Durchmesser des Magenrohres (daher auch *Magenebene*), die beiden sog. Polfelder und die Endgefässe des Trichters (Excretionsröhren) fallen. In die Transversalebene fällt die längere Seite des Trichters, weshalb die Ebene auch als *Trichterebene* bezeichnet wird. Da beide Ebenen den Körper in congruente Hälften zerlegen, und eine differente Bauch- und Rückenfläche fehlt, so bleibt die Anordnung eine *zweistrahlige* und ist keine *bilateral-symmetrische*. Wohl aber ist jede Hälfte für sich als Antimer bilateral-symmetrisch. Durch die sich kreuzenden Schnittflächen beider Ebenen zerfällt der Körper in vier paarweise (nach der Diagonale) untereinander congruente Quadranten.

Fig. 270.



Rippenqualle (*Cydippe*), vom Scheitelpole gesehen. *S* Sagittalebene, *T* Transversalebene, *R* Rippen, *Gf* Gefässsystem.

Fig. 271.



Cydippe (Hormiphora) plumosa, nach Chun. *O* Mund.

Die Bewegung des Körpers wird vornehmlich durch die regelmässigen Schwingungen von hyalinen Cilienplatten bewirkt, welche in acht meridionalen Reihen über die Oberfläche des Körpers in der Weise vertheilt sind, dass jedem Quadranten ein Paar von Plättchenreihen, sog. Rippen (eine subsagittale und eine subtransversale Reihe) zugehört (Fig. 271). Daneben kommt für die Bewegung des Körpers die durch Muskelfasern des Gallertgewebes bewirkte Contractilität in Betracht, welche bei den bandförmigen *Cestiden* sogar zu lebhaften Schlängelungen des gesammten Körpers führt.

Die Mundöffnung, zuweilen von schirmförmigen Lappenfortsätzen des Gallertgewebes umgeben, führt in ein weites *(Beroë)* oder in ein enges und dann plattes und breites, mit zwei Leberstreifen bekleidetes Magenrohr, dessen hintere durch Muskeln verschliessbare Oeffnung mit der als *Trichter*

bekannten Gastralcavität communicirt. Das lange Magenrohr ragt mit freier Mündung in den Trichter hinein und ist bis auf die Begrenzung durch die zwei Längsgefässe, welche in der Transversalebene seine beiden Seitenflächen begleiten, ganz vom Gallertkörper aufgenommen. Der überall rechtwinkelig zum Magenrohr comprimirte Trichter entsendet acht Rippengefässe in zweistrahlig symmetrischer Vertheilung (zwei radiale Hauptstämme, vier intermediäre, acht paradiale Aeste, welche letztere zu den Meridionalgefässen unterhalb der Rippen führen), sodann zwei (meist aus einem unpaaren Trichtergefäss entspringende) Trichtergefässe, welche ampullenförmig in je zwei Endsäckchen aufgetrieben, das als Otolithenblase bekannte Sinnesorgan des aboralen Poles umgreifend, durch je eine verschliessbare Oeffnung in einer *Diagonalebene* ausmünden. Auch können aus dem Trichtergrunde zwei Tentakelgefässe entspringen. Die Innenfläche sowohl des Magens als des Trichters und seiner Gefässe erscheint vollständig bewimpert.

Fig. 272.

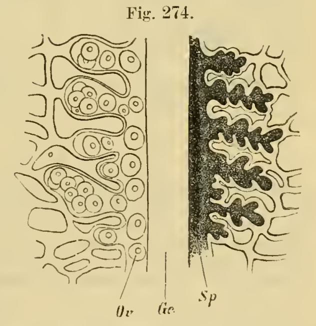
Aborales Ende von *Callianira bialata*, nach R. Hertwig. *x* die beiden Polfelder, *w* die Anfänge der acht Flimmerrinnen. Zwischen denselben im Centrum die Otolithenblase und Nervenplatte.

Fig. 273.

Glatte Muskelfasern, Klebzellen (*kf*) und Tastzellen (*b*) von den Seidenfäden des Tentakels von *Euplocamis stationis*, nach R. Hertwig. *kf'* Verlängerung des contractilen Fadens einer Klebzelle.

Das Nervensystem der Rippenquallen ist bislang nicht ausreichend bekannt (Fig. 272). Wenn die Deutung der grossen, mit vibrirenden Otolithen und heller Flüssigkeit gefüllten Blase (Otocyst) am aboralen Pole als Sinnesorgan nicht bestritten werden kann, so wird im Hinblick auf den Organismus der Acalephen sehr wahrscheinlich, dass das Nervencentrum in dem verdickten Boden derselben, der *Otolithenplatte*, enthalten ist, zumal diese noch mit einem zweiten Sinnesorgan, den sagittalen, bereits von Fol als *„Geruchsplatte"* gedeuteten Polfeldern in unmittelbarer Verbindung steht und auch mit den als Locomotionsorgane fungirenden Ruderplättchen der Rippen durch acht Flimmerstreifen, den „Flimmerrinnen", continuirlich zusammenhängt.

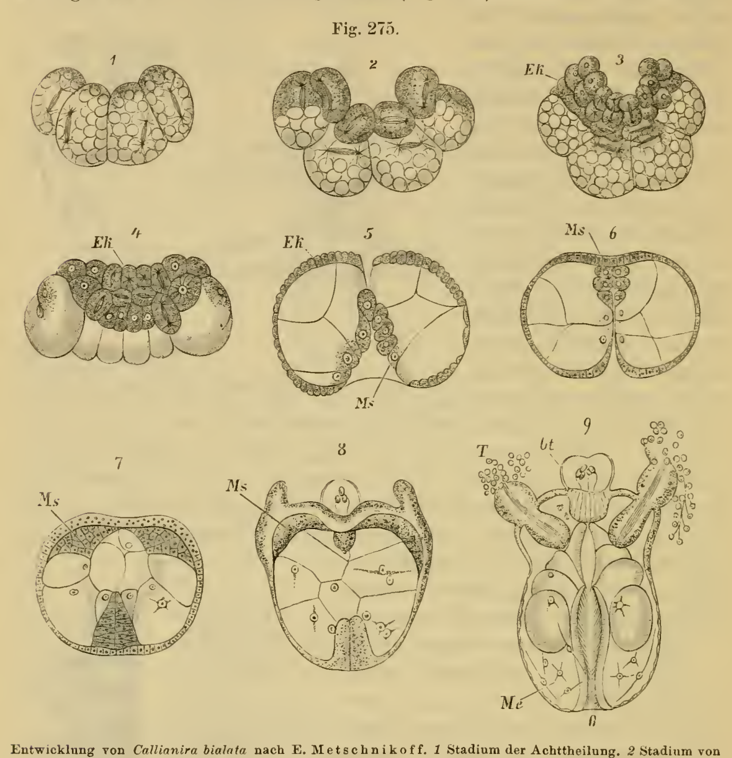
Fig. 274.



Meridionalgefäss (*Gc*) von *Beroë* mit den Eiern (*Ov*) und Zoospermien (*Sp*) in den seitlichen Ausbuchtungen desselben, nach Will.

Die Nesselzellen werden durch eigenthümliche Kleb- oder Greifzellen vertreten, deren Basis in einen contractilen Spiralfaden ausläuft, während das freie, convex vorspringende Ende durch seine klebrige Beschaffenheit an Gegenständen der Berührung haftet (Fig. 273).

Fig. 275.



Entwicklung von *Callianira bialata* nach E. Metschnikoff. *1* Stadium der Achttheilung. *2* Stadium von 16 Furchungszellen, die sämmtlich in Theilung sind. *3* Auf den 8 grossen Furchungszellen liegt eine Kappe von etwa 48 Ectodermzellen *(Ek)*. *4* Seitliche Ansicht eines weiter vorgeschrittenen Stadiums. *5* Embryo im Stadium der Invagination der Mesodermzellen *(Ms)*. *6* Weiter vorgeschrittenes Invaginationsstadium im Sagittalschnitt. *7* Stadium mit gebildetem Mundrohr. *8* Späteres Stadium mit beginnender Tentakelbildung. *9* Fertiger Embryo. *T* Tentakeln (Senkfäden), *Ot* Otolithenblase, *O* Mund, *Me* Gallert (Mesenchym).

Die Ctenophoren sind *Zwitter*. Beiderlei Geschlechtsproducte liegen in der Wand der Rippengefässe, beziehungsweise blindsackförmiger Ausstülpungen derselben, bald mehr in localer Beschränkung *(Cestus)*, bald in der ganzen Länge des Rippencanals, dessen eine Seite mit Eifollikeln, die andere mit Samenschläuchen besetzt ist *(Beroë)* (Fig. 274). Die ectodermal entstandenen, vom Entodermepithel überkleideten Keimlager sind von einander durch eine vorspringende Falte geschieden. Eier und Sperma

gelangen in den Gastrovascularraum und werden von hier durch die Oeffnungen desselben ausgeworfen.

Der Dotter des befruchteten Eies, von einer weitabstehenden Hülle umschlossen, besteht wie bei vielen Medusen aus einer dünnen, fein granulirten Aussenschicht von protoplasmatischem Bildungsdotter (Exoplasma) und einem vacuolenhaltigen centralen Endoplasma. Die totale Furchung führt zur Entstehung von zwei, vier, acht Furchungskugeln, an welchen sich die Schichtenbildung des Dotters wiederholt. In dem Stadium der Viertheilung liegen die vier Furchungskugeln so, dass zwei zwischen denselben senkrecht geführte Ebenen den späteren Hauptebenen entsprechen und jede der Kugeln einen der vier Quadranten zu erzeugen hat (Fol). Im Stadium der Achttheilung sammelt sich die ganze Masse des feinkörnigen Exoplasmas auf den oberen Enden der Furchungskugeln und schnürt sich zur Bildung von acht neuen kleinen Kugeln ab, die das äussere Keimblatt *(Ek)* entstehen lassen (Fig. 275, 1—4). Dieselben zerfallen durch fortgesetzte Theilung in eine grössere Zahl von kleinen, an der concaven Seite der Anlage liegenden Zellen, welche die acht grossen endoplasmatischen, bald durch Theilung sich verdoppelnden Furchungszellen (Entoderm) umwachsen.

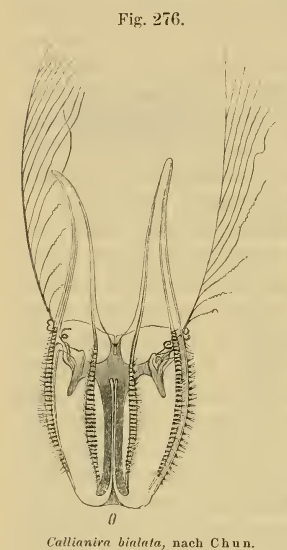
Wie Metschnikoff für *Callianira* nachgewiesen zu haben glaubt, soll hier eine wahre Mesodermbildung in Form einer Zellenplatte auftreten, welche nach fast vollständiger Umwachsung der 16 grossen Entodermzellen seitens der kleinen Ectodermzellen von den ersteren an deren unterer Seite durch Knospung erzeugt wird. Nun beginnt die Invagination der Entodermzellen, mit welcher auch die Mesodermanlage vom unteren Pole her in's Innere des Embryos und bald in die Tiefe der Gastrulahöhle gelangt, deren Urmund am unteren Pole später durch eine secundäre Einstülpung, der Anlage des Magens mit dem bleibenden Munde, ersetzt wird (Fig. 275, 5, 6 *Ms*). Die nach dem oberen Pole zu gerückte Mesodermanlage sondert sich schärfer von dem Entoderm und gewinnt nach beträchtlicher Vermehrung ihrer Elemente die Form eines Kreuzes, dessen längere Schenkel in die Transversalebene fallen und das Mesoderm der Tentakeln liefern, während die kurzen sagittalen Arme die in die Gallertausscheidung eintretenden Wanderzellen erzeugen (Fig. 275, 7—9).

Die jungen freischwimmenden Rippenquallen sind von den ausgebildeten Geschlechtsthieren durch einfachere, meist kugelige Körperform, geringe Grösse der Senkfäden und Rippen, sowie durch abweichende Grössenverhältnisse des Magens, Trichters und der Gastrovascularcanäle mehr oder minder verschieden. Am auffallendsten ist die Abweichung — von *Cestus* abgesehen — bei den gelappten Rippenquallen, deren Jugendzustände jungen Cydippen ähnlich sehen und des ausgeprägt zweistrahligen Baues noch entbehren. Erst nach längerem Larvenleben vollzieht sich die Umgestaltung, indem die Rippen und deren Canäle in ungleicher Weise wachsen, die tentakelähnlichen Fortsätze hervorsprossen und die den längeren Rippen

entsprechenden Körperhälften zwei lappenförmige Auswüchse um die Mundöffnung bilden. Bemerkenswerth ist die von Chun beobachtete Erscheinung, dass junge *Eucharis* in der heissen Jahreszeit schon als Larven geschlechtsreif werden *(Dissogonie)*.

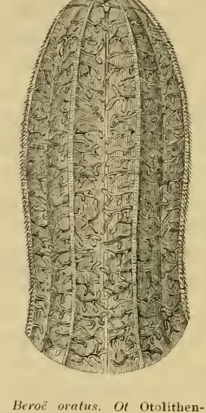
Die Rippenquallen leben in den wärmeren Meeren und erscheinen unter geeigneten Bedingungen oft in grosser Menge an der Oberfläche. Sie ernähren sich von kleineren und grösseren Seethieren, die sie mittelst der Senkfäden einfangen. Manche, wie die *Beroiden*, welche der Senkfäden entbehren, dagegen einen ausserordentlich weiten Mund besitzen (Fig. 277), vermögen mit diesem relativ grosse Beutethiere, selbst Fische aufzunehmen und in ihrem umfangreichen Magenrohr zu verdauen. Obwohl durchschnittlich auf eine geringe Körpergrösse beschränkt, erreichen doch Arten einzelner Gattungen, wie *Cestus*, *Eucharis*, Fusslänge.

Fig. 276.



Callianira bialata, nach Chun.

Fig. 277.



Beroë ovatus. *Ot* Otolithenblase, zu deren Seiten die Tentakelchen der Polfelder, *Tr* Trichter.

Fam. *Cydippidae*. Körper sagittal wenig comprimirt, kugelig bis walzig, mit durchaus gleichmässig entwickelten Rippen, daher scheinbar achtstrahlig, mit zwei Senkfäden. Magen- und Rippengefässe enden blind. *Cydippe hormiphora* Ggbr. = *Hormiphora plumosa* Ag., Mittelmeer (Fig. 271). *Callianira bialata* D. Ch. = *Eschscholtzia cordata* Köll., Mittelmeer (Fig. 276).

Fam. *Cestidae*. Körper in der Richtung der Sagittalebene bandförmig ausgezogen, mit zwei Senkfäden. *Vexillum parallelum* Fol., Canarische Inseln. *Cestus Veneris* Less., Venusgürtel, Mittelmeer.

Fam. *Lobatae*. Der transversal comprimirte Körper mit zwei schirmartigen Lappen in der Umgebung des Mundes und verhältnissmässig kleinen Senkfäden. *Eurhamphaea vexilligera* Ggbr., Mittelmeer und Atlant. Ocean. *Chiaja papillosa* M. Edw. (*Alcinoë papillosa* Delle Ch. = *neapolitana* Less.), Mittelmeer. *Eucharis multicornis* Will., Mittelmeer.

Fam. *Beroidae*. Der transversal comprimirte Körper mit fransenförmigen Anhängen in der Peripherie der Polfelder, ohne Senkfäden. *Beroë Forskalii* M. Edw. (*albescens* und *rufescens* Forsk.), *Idyiopsis Clarkii* Ag.

III. Thierkreis.

Echinodermata[1]), Stachelhäuter.

Radiärthiere von vorherrschend fünfstrahligem Baue, mit verkalktem, oft stacheltragendem Hautskelet, mit gesondertem Darm und Gefässsystem, mit Nervensystem und Ambulacralsystem.

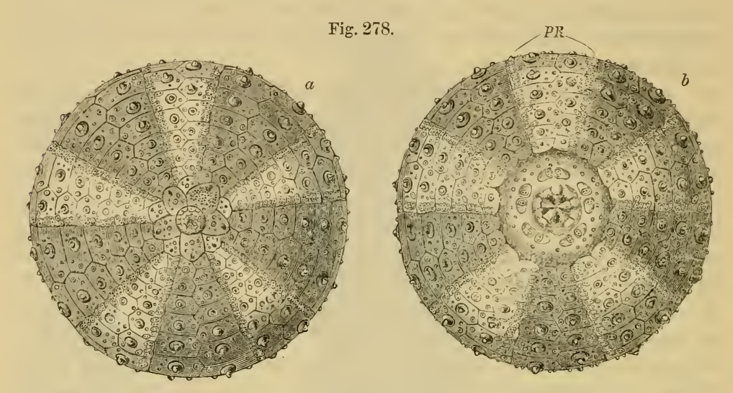
Der radiäre Körperbau der Stachelhäuter galt lange Zeit als Charakter von typischem Werthe und war seit Cuvier der Hauptgrund, dass man die Echinodermen mit den Quallen und Polypen in dem Thierkreis der *Radiaten* vereinigte. Erst in neuerer Zeit hat zuerst R. Leuckart die Nothwendigkeit nachgewiesen, die *Echinodermen* von den *Coelenteraten* als Thierkreise zu sondern.

Im Allgemeinen herrscht der Numerus fünf im Umkreise der Leibesachse vor. Indessen treten nicht selten auch sechs, neun und mehr Strahlen auf, und kommen besonders bei einer grösseren Anzahl von Strahlen für die Wiederholung der gleichartigen Organe Unregelmässigkeiten vor. Gehen wir zur Ableitung der zahlreichen Gestalten, die im Kreise der Echinodermen auftreten, von dem Sphäroid mit etwas verkürzter Hauptachse und abgeflachten, ungleich gestalteten Polen aus, so wird durch die Hauptachse desselben die Längsachse des radiären Körpers und durch die beiden Pole die Lage der Mundöffnung (oraler Pol) und der Afteröffnung (analer Pol) bestimmt. Durch die Längsachse sind fünf Ebenen denkbar, welche den Körper je in zwei symmetrische Hälften theilen. Die Congruenz dieser Hälften wird durch die differente Bedeutung der beiden Pole verhindert, und es kann nur von einer spiegelbildlichen Uebereinstimmung jener die Rede sein. Die zehn Meridiane, welche, in gleichen Intervallen von einander entfernt, in die fünf Schnittebenen fallen, verhalten sich untereinander insofern abweichend, als fünf alternirende die Hauptstrahlen, *Radien*, bezeichnen, in denen die wichtigsten Organe, die Nerven, Gefässstämme, Ambulacralfüsse etc. liegen, während ihre fünf gegenüberliegenden Meridiane den fünf Zwischenstrahlen, *Interradien*, entsprechen, in welche ebenfalls bestimmte Organe hineinfallen. Nur bei voller Gleichheit der Strahlen

[1]) Fr. Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzfarbigen Seesternes und des Stein-Seeigels. Heidelberg 1820. Joh. Müller, Ueber den Bau der Echinodermen. Abhandl. der Berl. Akad., 1853. Derselbe, Sieben Abhandlungen über die Larven und die Entwicklung der Echinodermen. Abhandl. der Berl. Akad., 1846, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1854. A. Agassiz, Embryology of the Starfish. Contributions etc. Vol. V, 1864. E. Metschnikoff, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Echinodermen und Nemertinen. St. Petersburg 1869. H. Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. Zeitschr. für wiss. Zoologie, 1877—1882. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft I—IV, Jena 1884—1889. Derselbe, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Tom. 46, 1887.

untereinander und der Zwischenstrahlen erhält der Echinodermenleib eine fünfstrahlig-radiäre Gestalt *(reguläre Echinodermen)* (Fig. 278); indessen ist leicht nachzuweisen, dass diese reguläre Radiärform wohl niemals im strengen Sinne zur Durchführung kommt. Indem nämlich stets ein oder das andere Organ, z. B. Madreporenplatte, Steincanal, Herz etc. auf die Einheit reducirt bleibt, ohne in die Achse zu fallen, wird ausschliesslich diejenige Theilungsebene, in deren *Radius* oder *Interradius* die unpaaren Organe hineinfallen, die Bedingungen für die Zerlegung des Leibes in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften erfüllen können. Thatsächlich bleiben jedoch diese Bedingungen unerfüllt, da sich die übrigen Organe zu dieser Schnittebene nicht streng symmetrisch verhalten.

Fig. 278.

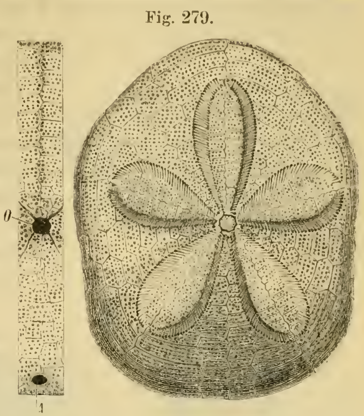


Schale eines noch jungen regulären Seeigels, *Toxopneustes droebachiensis*. *a* von der Aboralseite. *PR* Porenreihen im vorderen Radius. Den Pol umgibt das Afterfeld, die fünf Interradien schliessen im Umkreis desselben mit den durchbohrten Genitalplatten ab, von denen die rechte vordere zugleich Madreporenplatte ist. Zwischen den Genitalplatten liegen die kleinen, ebenfalls von Poren (für die Sinnestentakeln) durchbohrten fünf Radialplatten. *b* von der Oralseite. Um den Mund mit den fünf Zähnen des Kaugestells liegen auf dem Peristomfelde fünf Plattenpaare mit den Poren der oralen Ambulacralfüsschen.

Häufig besitzt nun aber ein Strahl eine ungleiche Grösse und dann tritt selbst an der äusseren Form des Echinoderms eine *Irregularität* entgegen, welche schon äusserlich die bilaterale Symmetrie zum vollen Ausdruck bringt. Der Echinodermleib geht aus einem fünfstrahlig *radiären* in einen zwei und eingliedrigen *bilateralen* über, indem die Ebene des unpaaren Strahles zur Medianebene wird, zu deren Seiten zwei Paare von gleichen Strahlen sich wiederholen. Wir unterscheiden ein *Oben* (Scheitelpol) und *Unten* (Mundpol), ein *Rechts* und *Links* (die beiden paarigen Strahlen und deren Zwischenstrahlen), ein *Vorne* (unpaarer Radius) und *Hinten* (unpaarer Interradius). Bei den *irregulären* Seeigeln aber schreitet die zweiseitig-symmetrische Gestaltung weiter vor. Nicht nur dass der unpaare Radius eine abnorme Grösse und Form erhält, dass die Winkel, unter welchen sich der Hauptstrahl mit den Nebenstrahlen schneidet, nur paar-

weise gleichbleiben, auch die Afteröffnung rückt bei den *Clypeastriden* (Fig. 279) aus dem Scheitelpole nach der ventralen Hälfte in den unpaaren Interradius, während sich bei den *Spatangiden* zugleich der Mund in der Richtung des unpaaren Radius verschoben zeigt und excentrisch wird (Fig. 280).

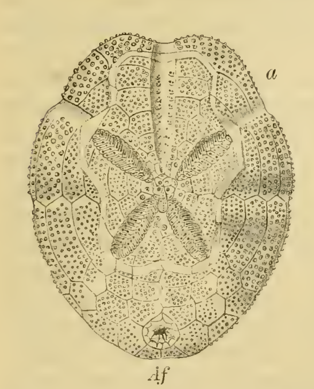
Fig. 279.

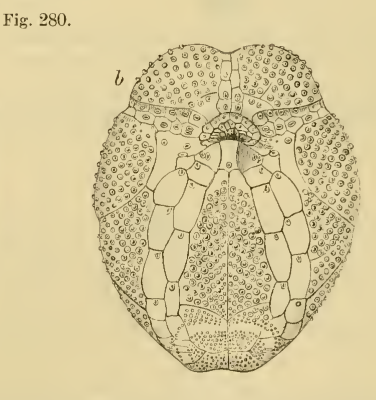


Clypeaster rosaceus von der Aboralseite, in deren Centrum die Madreporenplatte liegt, umgeben von den fünf Genitalporen und der fünfblätterigen Ambulacralrosette. Der unpaare Radius ist nach vorne gerichtet. Zur Seite der mediane Theil von der Oralfläche. *O* Mund, *A* After.

Nur wenige reguläre Echinodermen bewegen sich auf allen fünf Radien und dann selten in der ganzen Länge ihrer Meridiane; weit häufiger wird die dem Mundpole zugehörige Zone mit Rücksicht auf die Lage bei der Bewegung zur Bauchfläche, indem sie sich abflacht und vorzugsweise oder ausschliesslich Locomotionsorgane besitzt *(ambulacrale Zone)*. Durchwegs hat dieses Verhältniss für die irregulären Seeigel Geltung, die sich nun auch nicht mehr nach allen fünf Strahlen gleichmässig, sondern vorherrschend in der Richtung des unpaaren Radius fortbewegen. Indem hier der Mund bei gleichzeitiger

Fig. 280.



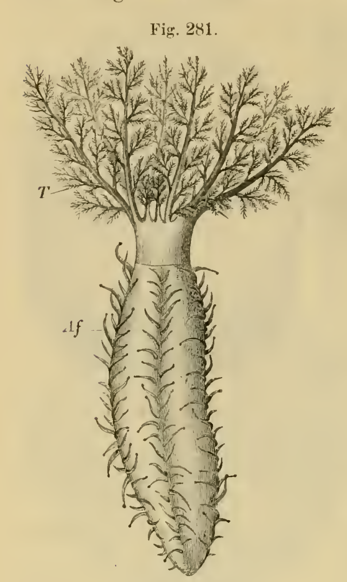


Schale eines irregulären Seeigels der Spatangiden-Gruppe, *Brissopsis lyrifera*. *a* Von der Aboralseite mit zwei Paaren von Genitalporen und der Madreporenplatte am Ende des hinteren Interradius, in welchem auch der After *(Af)* liegt. *b* Von der Oralseite mit dem kieferlosen nach vorn gerückten Munde und den Poren für die Füsschen.

Verschiebung des Mundpoles nach dem Vorderrande rückt, scheinen vorzugsweise die beiden hinteren Radien *(Bivium)* zur Bildung der Bauchfläche

verwendet *(Spatangiden,* Fig. 280 *b).* Anders dagegen bei den walzenförmigen *Holothurien.* Hier behalten Mund und After ihre normale Lage an den Polen der verlängerten Achse, und der Körper flacht sich nicht selten in der Art ab, dass drei Radien *(Trivium)* mit ihren entsprechenden Bewegungsorganen auf die söhlige Bauchfläche zu liegen kommen. Auch am Körper dieser *Holothurien* unterscheidet man einen unpaaren und zwei paarige Radien, allein der unpaare Radius und dessen Interradius bezeichnen nicht die Richtung von Vorne und Hinten, sondern die Mediane der Bauch- und Rückenfläche.

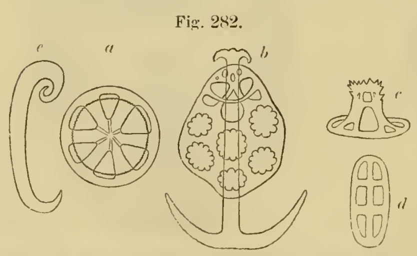
Fig. 281.



Cucumaria mit ausgestreckten, dendritisch verästelten Tentakeln *(T). Af* Ambulacralfüsschen.

Bei manchen Echinodermen *(Echinoideen)* herrscht die abgeflachte sphäroidische Grundform vor. Hier erscheint die Hauptachse verkürzt, der apicale Pol etwas zugespitzt oder auch abgeflacht und die ventrale Hälfte zu einer mehr oder minder ausgedehnten Fläche abgeplattet (Fig. 12 *a*). Durch Verlängerung der Achse ergibt sich die cylindrische Walzenform der *Holothurioideen* (Fig. 281), durch Verkürzung die runde oder bei gleichzeitiger Verlängerung der Radien die pentagonale Scheibe. Verlängern sich die Radien um das Doppelte oder Mehrfache der Interradien, so erhalten wir die Form des bald flachen, bald gewölbten Sternes *(Asteroidea)* (Fig. 13), dessen Arme entweder einfache Fortsetzungen der Scheibe bilden und Theile des Darmes umschliessen *(Stelleridea, Seesterne)*, oder, ohne Darmanhänge aufzunehmen, als selbstständigere und beweglichere Organe von der Scheibe schärfer geschieden, in der Regel einfach *(Ophiuridea, Schlangensterne),* selten verzweigt *(Euryalidae)* sind, auch einfache gegliederte Seitenfäden, Pinnulae *(Crinoidea),* tragen können. Als wichtiger Charakter der Echinodermen gilt die Verkalkung der bindegewebigen Unterhaut zu einem meist festen, mehr oder minder be-

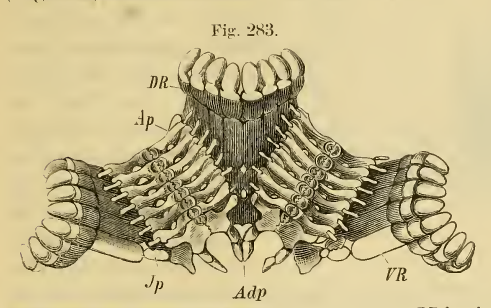
Fig. 282.



Kalkkörper aus der Haut von *Holothurien. a* Kalkrädchen von *Chirodota, b* Anker mit Stützplatte von *Synapta, c* Stühlchen, *d* Platten von *Holothuria impatiens, e* Haken von *Chirodota.*

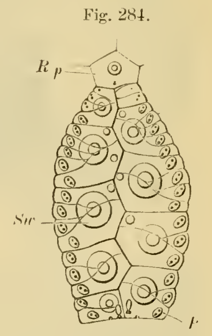
weglichen, selbst starren Panzer. Nur bei den Holothurien mit lederartiger Haut bleiben diese Skeletbildungen (Fig. 282) auf isolirte, bestimmt gestaltete Kalkkörper beschränkt, welche in Form von vergitterten Täfelchen, Rädern oder Ankern in dem Integument eingelagert sind; in diesem Falle ist der Hautmuskelschlauch kräftig entwickelt und bildet fünf Paare von starken Längsmuskelbündeln, zwischen welchen eine continuirliche Lage von Kreisfasern die innere Oberfläche der Haut auskleidet. Bei den Seesternen und Schlangensternen bildet sich an den Armen ventralwärts ein bewegliches Hautskelet mit inneren, wirbelartig verbundenen Kalkstücken aus (Fig. 283), während die Rückenfläche von einer in Höcker und Stacheln

Fig. 283.



Skeletplatten von *Astropecten Hemprichii,* nach J. Müller. *DR* dorsale Randplatten, *VR* ventrale Randplatten, *Ap* Ambulacralplatten, *Jp* intermediäre Interambulacralplatten, *Adp* vorderste Adambulacralplatten, eine Mundecke bildend.

Fig. 284.



Drittes Ambulacrum eines jungen *Toxopneustes droebachensis* von 3 Mm., nach Lovén. *Rp* Radialplatte, *P* Primärplatten und Tentakelporen, diese in noch fast unverändertem primordialen Bogen. An den Platten sind die Nähte der Primärplatten sichtbar. *Sw* Stachelwurzeln.

auslaufenden, oft mit Kalktafeln erfüllten Haut bedeckt ist. Unbeweglich wird das Hautskelet bei den Seeigeln, indem zwanzig meridional geordnete Reihen von festen Kalkplatten durch Nähte verbunden, eine dicke unbewegliche Kapsel zusammensetzen, welche nur im Umkreis der Pole durch häutige Theile unterbrochen ist. Diese Plattenreihen scheiden sich in zwei Gruppen von je fünf Paaren, von denen die einen in die Radien hineinfallen und von Oeffnungen zum Durchtritt der Ambulacralfüsschen durchbrochen sind *(Ambulacralplatten,* Fig. 284 *P),* die anderen, ebenfalls paarweise nebeneinander laufenden Reihen den Interradien zugehören und jener Poren entbehren *(Interambulacralplatten,* Fig. 278). Am Apicalpole, welcher bei Crinoideen und jugendlichen Echinoideen von einer Platte (Centralplatte) eingenommen wird, findet sich bei den erwachsenen Seeigeln ein von kleinen Kalktäfelchen erfülltes Feld (Periproct) mit der Afteröffnung, in dessen Umgebung die fünf ambulacralen wie interambulacralen Plattenreihen je mit einer fünfseitigen Platte abschliessen, die ersteren mit der radialen sog. *Ocellarplatte* (Fig. 284 *Rp*), die letzteren mit der interradialen *Genitalplatte* (Fig. 278). Die *Crinoideen* besitzen ausser dem

Hautskelet der Scheibe noch einen aus fünfeckigen Kalkstücken gebildeten Stiel, welcher an der Rückenscheibe des Körpers entspringt und mit seinem Ende an festen Gegenständen angeheftet ist.

Als Anhänge des Hautpanzers sind mannigfach gestaltete Stacheln, sowie die *Pedicellarien* zu erwähnen. Die ersteren sind bei den Seeigeln auf knopfförmigen Tuberkeln beweglich eingelenkt und werden durch besondere Muskeln einer weichen oberflächlichen Hautschicht bald erhoben, bald zur Seite gebeugt (Fig. 285); die *Pedicellarien* (Fig. 286) sind gestielte, beständig klappende, zwei- oder drei-, selten vierschenkelige Greifzangen, welche besonders den Mund der Seeigel umstellen, aber auch auf der Rückenfläche der Seesterne sich finden. Sehr verbreitet kommen bei den jetzt lebenden Seeigeln glashelle Körperchen, *Sphaeridien*, vor, welche wahrscheinlich die Bedeutung von Sinnesorganen haben. Bei den Spatangiden treten auf den sog. Fasciolen noch knopfförmige bewimperte Borsten, *Clavulae* auf.

Fig. 285.

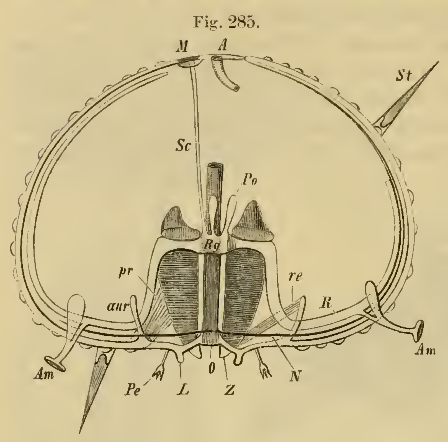


Diagramm zur Darstellung der verschiedenen Organsysteme eines Seeigels, nach Huxley. *O* Mund, *Z* Zähne, *L* Lippen, *aur* Auriculae der Schale, *re* Retractoren, *pr* Protractoren des Zahngestells oder der Laterne, *Po* Poli'sche Blasen, *Rg* Ringgefäss des Ambulacralgefässsystems, *R* Radialgefäss desselben mit den Seitenzweigen zu den Ambulacralfüsschen *(Am)*, *Sc* Steincanal, *M* Madreporenplatte, *St* Stachel, *Pe* Pedicellarie, *A* After, *N* Nervensystem.

Fig. 286.

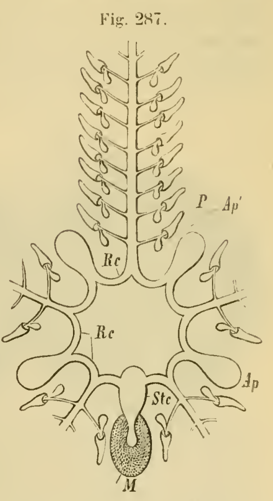


Pedicellarie einer *Leiocidaris*, nach Perrier.

Ein Hauptcharakter der Echinodermen liegt in dem eigenthümlichen System von *Ambulacralgefässen* und den mit denselben verbundenen schwellbaren *Ambulacralfüsschen* (Fig. 285 und 287). Dieses *Ambulacralgefässsystem* besteht aus einem den Schlund umfassenden Ringcanal und fünf in den Strahlen liegenden radiären Stämmen, welche an der Innenfläche ihrer Wandung bewimpert und mit einer wässerigen Flüssigkeit gefüllt sind. Meist verbinden sich mit dem Ringgefässe blasige Schläuche, die *Poli*'schen Blasen und *traubigen Anhänge*, die man in neuerer Zeit als Blutkörperchen bildende Organe gedeutet hat. Sodann verbindet sich mit demselben ein *Steincanal* (selten in mehrfacher Zahl vorhanden), welcher die Communication des flüssigen Inhalts mit dem Seewasser vermittelt. Der Steincanal, von den Kalkablagerungen seiner Wandung so genannt, hängt entweder in die Leibeshöhle hinein und nimmt von da aus durch die Poren der Wan-

dung Flüssigkeit auf *(Holothurien)*, oder endet an der äusseren Körperbedeckung mittelst einer porösen Kalkplatte, der *Madreporenplatte*, durch welche das Seewasser in das Lumen des Canalsystems hineingelangt. Die Madreporenplatte wechselt in der Lage mannigfach, indem sie bei den *Clypeastriden* in den Scheitelpol fällt (Fig. 279), bei den *Cidariden* in der Nähe des Scheitels in dem rechten vorderen Interradius (Fig. 278), bei den *Asteriden* ebenfalls interradial auf der Rückenfläche, bei *Euryale* und den *Ophiuriden* auf einem der fünf Mundschilder liegt. Mehrere Steincanäle und Madreporenplatten besitzen z. B. *Ophidiaster*arten und *Echinaster echinites*. Die Madreporenplatte fehlt ausser den *Holothurioideen* auch den *Crinoideen*, doch sollen Poren der Haut das Wasser in oberflächliche Räume der Leibeshöhle führen, von wo dasselbe in den Steincanal gelangen soll.

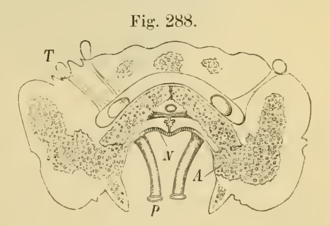
Fig. 287.



Schematische Darstellung des Ambulacralgefässsystems eines Seesternes. *Rc* Ringcanal, *Ap* Poli'sche Blasen, *Stc* Steincanal, *M* Madreporenplatte, *P* Füsschen an den Seitenzweigen der Radialcanäle, *Ap'* Ampullen derselben.

An den seitlichen Aesten der fünf radialen Gefässstämme entspringen die als *Ambulacralfüsschen* bekannten Anhänge. Dieselben treten durch Oeffnungen und Poren des Hautskelettes hindurch und ragen als schwellbare, meist mit einer Saugscheibe versehene Schläuche an der Oberfläche des Echinodermenkörpers hervor (Fig. 288). An der Eintrittstelle der Gefässästchen finden sich contractile Ampullen, welche den flüssigen Inhalt in die Saugfüsschen eintreiben und dieselben schwellen machen. Dazu kommen semilunare Klappen, welche am Eingang in die Füsschencanäle die Schwellung unterhalten. Indem sich zahlreiche Füsschen strecken und mittelst der Saugscheibe anheften, andere sich zusammenziehen und ihren Fixationspunkt aufgeben, bewegt sich der Echinodermenleib langsam in der Richtung der Radien. Die Anordnung und Vertheilung dieser Anhänge erleidet mannigfache Modificationen. Bald sind dieselben reihenweise in der ganzen Länge des Meridians vom Mundfelde bis zum Periproct entwickelt, *Cidariden* und *Cucumaria*, bald unregelmässig über die ganze Körperfläche oder nur über die söhlige Bauchfläche ausgebreitet, *Holothurien*, bald erscheinen sie auf die Oralfläche

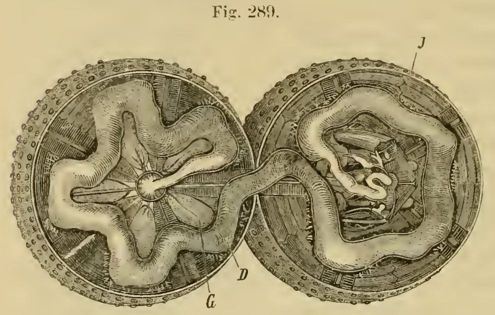
Fig. 288.



Schema vom Querschnitt eines Armes von *Asteracanthion*, nach W. Lange. *N* Nervensystem, *P* Ambulacralfüsschen, *A* verkalkte Stücke des Integuments, *T* Hauttentakel (Hautkieme).

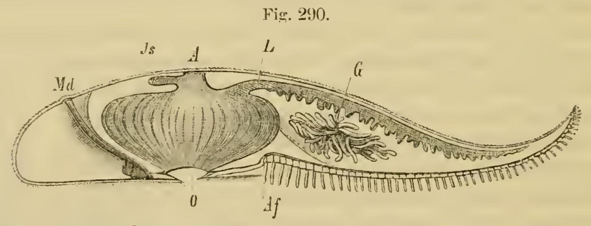
beschränkt, wie bei allen *Asteroideen.* Im letzteren Falle unterscheiden wir eine *ambulacrale* von einer *antiambulacralen* Zone, von denen die erstere mit der Bauchfläche, die letztere mit der Rückenfläche zusammenfällt. Indessen zeigen auch die ambulacralen Anhänge einen verschiedenartigen Bau und dienen keineswegs immer zur Locomotion. Ausser den Füsschen können als Anhänge des Wassergefässsystems grosse tentakelartige Schläuche auftreten, welche den Tentakelkranz um den Mund der *Holothurien* zusammensetzen (Fig. 281). Andere Anhänge sind blattförmig gefiedert und bilden die auf der vier- oder fünfblätterigen Porenrosette (Fig. 279, 280) sich erhebenden *Ambulacralkiemen* der *Clypeastriden* und *Spatangiden.* Daneben besitzen die irregulären Seeigel aber ganz allgemein auf der Bauchfläche Saugfüsschen, welche bei den *Clypeastriden* fast mikroskopisch klein werden und in sehr bedeutender Zahl in verästelten Reihen oder in unregelmässiger Vertheilung über die ganze Oberfläche verbreitet sind.

Fig. 289.



Seeigel, mittelst Aequatorialschnittes geöffnet, nach Tiedemann. *D* Darmcanal, mittelst Suspensorien an der Schale befestigt, *G* Geschlechtsorgane, *J* Interradialplatten.

Fig. 290.



Durchschnitt durch Arm und Scheibe von *Solaster endeca*, nach G. O. Sars, etwas verändert. *O* Mund, der in den weiten Magen führt, *A* After, *L* radialer Blinddarm oder Leberschlauch, *Js* interradialer Schlauch am Enddarm, *Af* Ambulacralfüsschen, *G* Genitalorgan, *Md* Madreporenplatte.

Die Echinodermen besitzen einen ansehnlich entwickelten Darmcanal, welcher in drei Abschnitte, Speiseröhre, Magendarm und Enddarm, zerfällt und sich meist im Centrum des Scheitels (Fig. 289), selten in einem Interradius an der Bauchfläche nach aussen öffnet. Indessen kann der Darm auch blind geschlossen sein, wie z. B. bei allen *Ophiuriden* und *Euryale,* ferner bei den Gattungen *Astropecten, Ctenodiscus* und *Luidia,* welche der Afteröffnung entbehren. Nicht selten finden sich in der Umgebung des Mundes hervorragende, mit Spitzen besetzte Platten des Skelettes, oder es

bilden selbst, wie bei den *Cidariden* und *Clypeastriden*, spitze von Schmelzsubstanz überzogene Zähne einen kräftigen, beweglichen Kauapparat, welcher in der Umgebung des Schlundes durch ein System von Platten und Stäben (Laterne des Aristoteles) gestützt wird (Fig. 285). Eine andere Bedeutung hat bei den *Holothurien* der in der Umgebung des Schlundes liegende, aus zehn Platten gebildete Kalkring, welcher zur Befestigung der Längsbündel des Hautmuskelschlauches dient.

Fig. 291.

Holothuria tubulosa, der Länge nach aufgeschnitten, nach M. Edwards. *O* Mund im Centrum der Tentakeln *(T)*, *D* Darmcanal, *Sc* Steincanal, *P* Poli'sche Blase, *Rg* Ringgefäss des Ambulacralgefässsystems, *Ag* Ambulacralgefass, *M* Längsmuskeln, *Gf* Blutgefäss des Darmes, *Ov* Ovarium, *Cl* Cloake, *Wl* Wasserlunge.

Bei den Seesternen ist der Darmcanal durchwegs kurz, sackförmig und mit blindgeschlossenen, verzweigten Anhängen besetzt, von denen die des Afterdarmes in den Interradien der Scheibe liegen, die des Magendarmes weit in die Arme hineinreichen. Am umfangreichsten erscheinen die letzteren als fünf Paare vielfach gelappter Schläuche (Fig. 290). Kürzer sind die fünf in die Zwischenstrahlen fallenden Blindsäckchen des kurzen Rectums, welche vielleicht als Harnorgane fungiren, während die ersteren die verdauende Fläche vergrössern. Bei den übrigen Echinodermen streckt sich der enge Darm zu bedeutender Länge und verläuft entweder, wie bei den Crinoideen *(Comatula)*, um eine Spindel in der Achse der Scheibe gewunden, oder, wie bei den *Seeigeln*, in mehrfachem Bogen, an der inneren Fläche der Schale durch Fäden und Membranen befestigt (Fig. 289). Auch bei den *Holothurien* ist der Darmcanal in der Regel weit länger als der Körper, meist dreifach zusammengelegt und durch eine Art Mesenterium suspendirt (Fig. 291).

Das keineswegs leicht zu verfolgende *Blutgefässsystem* besteht bei den meisten Echinodermen aus einem ringförmigen Gefässgeflecht im Umkreise des Schlundes. Vom Gefässring strahlen in die Radien ebensoviele sich

weiter verzweigende Gefässstämme aus. Dazu kommt ein zweiter Gefässring unter dem Scheitelpole, welcher Gefässe zu dem Magendarm, sowie zu den Geschlechtsorganen entsendet, bei den Asterien und Seeigeln mit dem oralen Ringgefäss durch ein vermeintliches Herz, nach Ludwig ein dichtes Geflecht contractiler Gefässe, verbunden ist. Hamann bestreitet jedoch das Vorhandensein von Muskelfasern in der Wandung und schreibt dem Organe einen drüsigen Bau zu. Bei den *Holothurien* kennt man ausser dem Gefässringe um den Oesophagus nur zwei Gefässstämme mit ihren Verzweigungen am Darme. Das Blut ist eine klare, etwas gefärbte Flüssigkeit, in welcher zahlreiche farblose Blutzellen suspendirt sind.

Die gesammte Fläche der äusseren Anhänge, sowie die Oberfläche der im Leibesraume suspendirten Organe und besonders des Darmes scheinen bei dem Austausch der Gase des Blutes in Betracht zu kommen. Das Seewasser tritt, vielleicht durch einzelne Oeffnungen der Madreporenplatte, in den Leibesraum ein und wird durch die Wimperbekleidung desselben und dessen peripherischer Nebenräume (Perihämalcanäle, Schizocoelräume) in lebhafter Bewegung erhalten; auf diesem Wege wird die Oberfläche der inneren Organe stets vom Wasser umspült. Als besondere Respirationsorgane betrachtet man die blattförmigen und gefiederten Ambulacralanhänge der irregulären Seeigel *(Ambulacralkiemen)*, ferner die blinddarmförmigen, mit der Leibeshöhle communicirenden Schläuche einiger regulären Seeigel und der Asteriden *(Hautkiemen)*, welche bei diesen als einfache Röhrchen über die ganze Rückenfläche (Fig. 288) zerstreut sind, bei jenen als fünf Paare verästelter Schläuche in den Ausschnitten der Schale die Mundöffnung umgeben, endlich die sogenannten *Wasserlungen* der Holothurien. Die letzteren sind zwei sehr umfangreiche, baumähnlich verästelte Schläuche, welche mit gemeinsamem Stamme in den Enddarm einmünden (Fig. 291). Das hier vom After aus aufgenommene Wasser kann wiederum mit grosser Gewalt ausgespritzt werden.

Fig. 292.



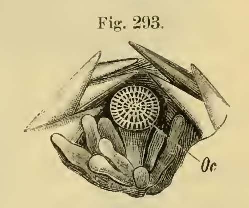
Schema des Nervensystems eines Seesternes. *N* Nervenring, welcher die fünf ambulacralen Centren verbindet.

Das *Nervensystem* (Fig. 292) besteht aus fünf (oder mehr je nach der Zahl der Strahlen) in den Strahlen verlaufenden, aus Nervenfasern und Ganglienzellen zusammengesetzten Hauptstämmen, welche bei den *Asteriden* in der häutigen Auskleidung der Ambulacralrinne, nach aussen von den Wassergefässstämmen, an den Blutgefässen liegen (Fig. 288) und zahlreiche Fäden nach den Füsschen, Muskeln der Stacheln und Pedicellarien etc. austreten lassen. Die Hauptstämme theilen sich um den Mund in gleiche Hälften, welche sich zur Bildung eines ebenfalls Ganglienzellen enthaltenden *Nervenringes* vereinigen. Bei den Seeigeln (Fig. 285), Holothurien und

Ophiuriden hat das Nervensystem seine ectodermale Lage aufgegeben und ist in die Cutis, eventuell unter das Hautskelet gerückt. Bei den Crinoideen liegt nur ein kleiner Theil des Nervensystems ectodermal in den Ambulacralfurchen des Kelches und der Arme, der grössere Theil der Nerven ist in das Mesoderm der oralen Körperwand gerückt und besteht aus einem pentagonalen Schlundring und von diesem austretenden Nervenästen. Dazu kommt noch ein drittes System von Nerven im Mesoderm der aboralen Körperwand, in welcher auch bei den Asteriden Nervenzüge im Epithel verlaufen.

Sinneszellen sind in dem verdickten Ectodermbelag, unter welchem die Nervenstämme der *Asteriden* verlaufen, in reicher Menge enthalten, ebenso bei den übrigen Echinodermen an vielen Körperstellen; auch am Ende der Füsschen wurden Sinnesepithelien nachgewiesen. Als Tastorgane betrachtet man die Fühler, welche bei den *Asteriden* und *Ophiuriden* an der Spitze der Arme in einfacher Zahl auftreten, ebenso die Tentakeln der *Holothurien* und die pinselförmigen Tastfüsschen der *Spatangiden*. Aehnliche Sinnesorgane liegen bei den regulären Seeigeln am Scheitel auf den fünf Radialplatten, durch deren Poren sie hindurchtreten. Dieselben wurden früher irrthümlich für Augenflecken gehalten, daher die Platten als Ocellarplatten bezeichnet. Augen kommen bei den *Asteriden* vor. Nach Ehrenberg's Entdeckung liegen dieselben als rothe Pigmentflecken auf der Unterseite der Strahlen im Endtheil der Ambulacralrinne und sind gestielte kugelige Erhebungen, welche unter ihrer convexen, von einer einfachen Hornhaut überzogenen Oberfläche eine grosse Zahl kugelförmiger Einzelaugen bergen (Fig. 293). Diese letzteren erscheinen mit ihren Achsen gegen einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gerichtet und bestehen aus rothen, einen lichtbrechenden Körper umfassenden Pigmentanhäufungen nebst Nervenapparat. Bei Synapta wurden Gehörbläschen nachgewiesen.

Fig. 293.



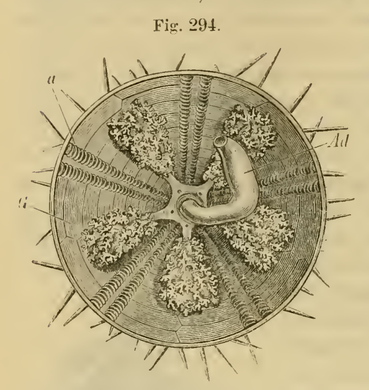
Armende mit dem von Stacheln umstellten Auge *(Oc)* von *Astropecten aurantiacus*, nach E. Haeckel.

Die *Fortpflanzung* ist vorwiegend eine geschlechtliche, und zwar gilt die Trennung des Geschlechtes als Regel. Nur *Synapta* und *Amphiura* sind hermaphroditisch. Die Fortpflanzungsorgane sind in beiden Geschlechtern äusserst gleichartig gebaut, so dass, wofern nicht der Farbenunterschied der meist milchweissen Samenflüssigkeit und der röthlichen oder gelblichbraunen Eier zur Erkennung des Geschlechtes ausreicht, erst die mikroskopische Prüfung der Contenta die Entscheidung geben kann. Geschlechtsunterschiede der äusseren Form oder bestimmter Körpertheile sind nur in äusserst beschränkter Weise vorhanden, da sich bei dem Ausfall der Begattung die geschlechtlichen Leistungen in der Regel auf die Bereitung und Ausscheidung der Zeugungsstoffe reduciren. Eier und Samenfäden begegnen sich daher, von einigen Ausnahmen abgesehen, erst im Seewasser ausser-

halb des mütterlichen Körpers, und nur selten kommt die Befruchtung im Leibe der Mutter zu Stande, wie z. B. bei viviparen Arten von *Amphiura* und *Phyllophorus.*

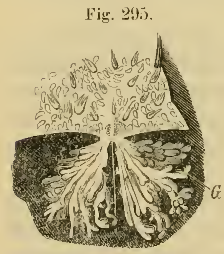
Die Zahl und Lage der Geschlechtsorgane entspricht meist streng der radiären Bauart, doch treten in dieser Hinsicht mancherlei Abweichungen auf. Bei den regulären Seeigeln liegen in den Zwischenstrahlen an der inneren Schalenfläche des Rückens fünf gelappte, aus verästelten Blindschläuchen zusammengesetzte *Ovarien* oder *Hoden,* deren Ausführungsgänge durch fünf Oeffnungen der Skeletplatten (Genitalplatten) im Umkreise des Scheitelpoles nach aussen münden (Fig. 278 und 294). Die irregulären Spatangiden verlieren zunächst das hintere Genitalorgan und haben stets eine geringe Zahl (4, 3, 2) von Geschlechtsorganen (Fig. 280). Bei den *Asterideen* liegen die fünf Paare von Genitalschläuchen in ähnlicher Anordnung zwischen den Strahlen, zuweilen aber erstrecken sie sich in die Arme hinein; die Oeffnungen für den Durchtritt der Zeugungsstoffe liegen auf der Rückenfläche, in jedem Interradius, an zwei Stellen, welche siebartig durchbrochen sind (Fig. 295). Bei den *Ophiurideen* entwickeln sich, ebenfalls in der Umgebung des Magens, zehn gelappte, aus Blindschläuchen zusammengesetzte Zeugungsdrüsen, deren Producte durch Ausführungsgänge zunächst in Taschen gelangen, welche sich durch Spalten an der Bauchseite zwischen den Armen nach aussen öffnen. Die *Crinoideen* bergen ihre Geschlechtsdrüsen in den Armen und deren Pinnulae. Bei den *Holothurien* reduciren sich die Geschlechtsorgane auf eine verzweigte Drüse, deren Ausführungsgang nicht weit vom vorderen Körperpole an der Rückenseite ausmündet (Fig. 291).

Fig. 294.



Geschlechtsorgane eines *Echinus*. *Ad* Afterdarm, *G* Geschlechtsdrüsen, *a* Ampullen.

Fig. 295.



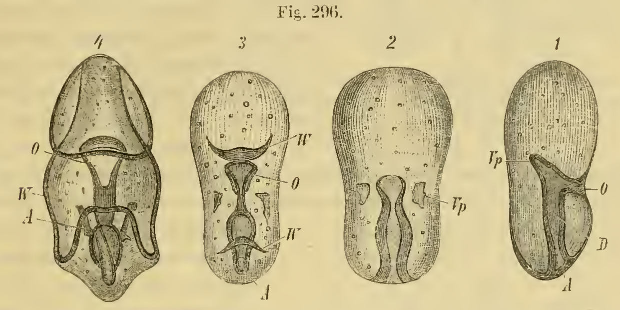
Ein Stück vom Interradius eines Seesternes *(Solaster)* mit den Geschlechtsdrüsen (*G*) und den Porengruppen (Siebplatten) der Rückenhaut, nach J. Müller und Troschel.

Die *Entwicklung* der Echinodermen beruht meist auf einer complicirten, durch bilaterale Larven charakterisirten Metamorphose. Ohne diese Larvenstadien entwickeln sich viele *Holothurien,* einzelne Seeigel, wie *Anochanus, Hemiaster,* und einige *Asteroideen,* welche entweder lebendige Junge gebären *(Amphiura squamata),* oder nur wenige grosse Eier ablegen und diese während ihrer Entwicklung in einem Brutraume schützen. Auch hier aber ist das erste Jugendstadium

ein bewimperter Embryo, der sich entweder direct in den Echinodermenleib umgestaltet oder unter Vorgängen einer stark vereinfachten Metamorphose zu diesem entwickelt.

In den Fällen einer complicirten Metamorphose verwandelt sich der Dotter nach Ablauf der nahezu äqualen Furchung in einen kugeligen Embryo. dessen Zellwandung Wimpern trägt und einen Gallertkern umschliesst. Eine grubenförmige Vertiefung der Keimblase wird zur Anlage des Darmes, die Oeffnung, der Gastrulamund, zum After. Der bewimperte Embryo streckt sich und wird zu einer länglich-ovalen, mehr oder minder birnförmigen Larve, an der man einen wenig gewölbten Rücken, zwei symmetrische Seitentheile und eine sattelförmig eingedrückte Bauchfläche unterscheidet (Fig. 296). Indem sich die Wimpern auf den wulstig erhobenen Rand der ventralen Impression concentriren, entsteht hier eine rücklaufende Wimperschnur als Locomotionsapparat. Der Darm ist schon vorher in einer vorderen ventralen Oeffnung, dem Mund, nach aussen durchgebrochen und besteht aus drei Abschnitten, dem Schlunde, Magen und Darm. Der weite, in den Schlund einführende Mund findet sich innerhalb der Wimperschnur auf der Ventralseite, der After ausserhalb der ersteren ebenfalls noch ventral, in der Nähe des hinteren Poles. Bereits vor Durchbruch des Mundes hat sich vom Darm ein anderes Organ gesondert, ein sackförmiger, innen bewimperter Schlauch, welcher in einem Porus der Rückenfläche nach aussen durchbricht und die erste Anlage des Ambulacralgefässsystems darstellt. Eine zweite, ebenfalis aus der Darmanlage hervorgegangene Bildung sind die scheibenförmigen Lateralsäckchen (Fig. 297), deren Wand die peritoneale Auskleidung der Leibeshöhle erzeugt.

Fig. 296.

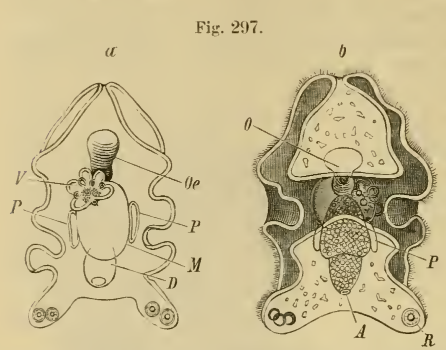


Larvenentwicklung von *Asteracanthion berylinus*, nach Agassiz (im Anschluss an Fig. 129). *1* Stadium mit eben zum Durchbruch gelangtem Mund (*O*), im Profil dargestellt. *A* Gastrulamund (After), *D* Darm, *Vp* Vasoperitonealsäckchen. *2* Etwas älteres Stadium in Flächenansicht mit zwei getrennten Vasoperitonealsäckchen. *3* Aelteres Stadium, von der Bauchfläche dargestellt, mit zwei queren Wimperwülsten (*W*), das linksseitige Vasoperitonealsäckchen mit Excretionsporus. *4* Junge Bipinnaria mit doppelter Wimperschnur (*W*).

Mit dem fortschreitenden Wachsthum weichen die Larven der Seeigel, Seesterne und Holothurien mehr und mehr von einander ab. Der wulstige Rand mit der rücklaufenden Wimperschnur erhält Einbiegungen und Fort-

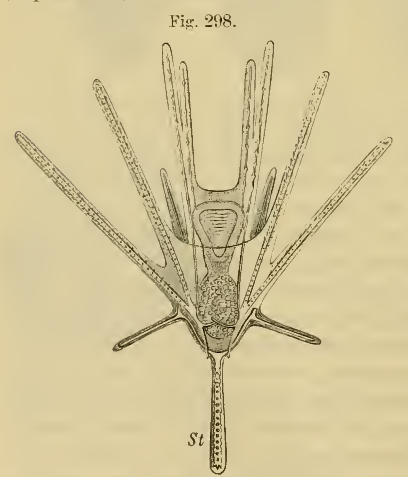
sätze verschiedener Form in durchaus bilateral-symmetrischer Vertheilung, deren Zahl, Lage und Grösse die besondere Gestaltung des Leibes wesentlich bestimmt. Man unterscheidet einen vorderen und einen hinteren ventralen Abschnitt der Wimperschnur von den seitlichen, den Rückenrand bildenden Theilen derselben, welche vorne und hinten durch dorsoventrale Umbiegungen in die ersteren übergehen. Indessen können auch die dorsalen Ränder, anstatt eine vordere dorsoventrale Umbiegung zu bilden, unmittelbar in einander übergehen; dann erhält der vordere ventrale Abschnitt oberhalb des Mundes (Mundschild) seine selbstständige rücklaufende Wimperschnur, ein Verhältniss, welches für die Larven der Asterien *(Bipinnarien, Brachiolarien)* charakteristisch ist. In allen anderen Fällen ist nur eine einzige rücklaufende Wimperschnur vorhanden. Bei den Larven der Holothurien, den *Auricularien* (Fig. 297), erheben sich an der Wimperschnur kurze Fortsätze an den dorsalen Seitenrändern und als Auricularfortsätze an der hinteren dorsoventralen Umbiegung der Wimperschnur, ebenso an dem hinteren ventralen (Schirm) und dem vorderen ventralen Abschnitt (Mundschild). Aehnlich verhalten sich die Fortsätze bei den *Bipinnarien,* wenngleich dieselben oft weit länger werden. Die *Brachiolarien* unterscheiden sich von jenen durch drei vordere Arme, welche zwischen den Endbogen der oralen und dorsalen Wimperschnur stehen und als Haftapparate dienen. Die Larven der Ophiuriden und Seeigel, die sog. *Pluteus*formen, zeichnen sich durch ihre umfangreichen stabförmigen Fortsätze aus, welche stets

Fig. 297.



Auricularialarve, nach J. Müller, *a* vom Rücken, *b* vom Bauche aus gesehen. *O* Mund unter dem Mundschild, *Oe* Oesophagus, *M* Magen, *D* Darm mit After (*A*), *P* Peritonealsäckchen, *V* Ambulacralgefässrosette mit Porus, *R* Kalkrädchen.

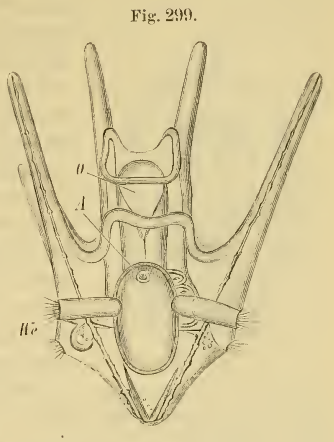
Fig. 298.



Pluteus eines Spatangiden mit sogenanntem Scheitelstabe (*St*), nach J. Müller.

durch ein System von Kalkstäben gestützt werden. Die Pluteuslarven der Ophiuriden besitzen sehr lange Auricularfortsätze, an der vorderen dorsoventralen Umbiegung des Randes, am dorsalen Seitenrand und am Rande der hinteren ventralen Decke. Die Pluteuslarven der Seeigel dagegen entbehren der Auricularfortsätze ganz, entwickeln aber Fortsätze am Rande der vorderen ventralen Decke. Für die Larven der Spatangiden erscheint ein unpaarer Scheitelstab (Fig. 298), für die von *Echinus* und *Echinocidaris* das Vorkommen von Wimperepauletten (Fig. 299) charakteristisch.

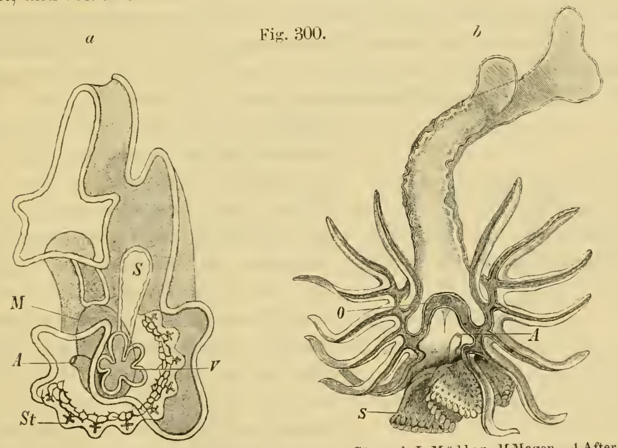
Fig. 299.



Pluteuslarve von *Echinus lividus* mit vier Wimperepauletten (*We*), nach E. Metschnikoff, von der Bauchseite gesehen. *O* Mund, *A* After.

Die Verwandlung der seitlich symmetrischen Larven mit bilateralen Fortsätzen und complicirter Organisation in den Leib des späteren Echinoderms erfolgt nicht überall in derselben Weise, indem dieselbe bei den Seeigeln und Seesternen unter mannigfachen von der Haut des Larvenkörpers aus erfolgenden Neubildungen zu Stande kommt, und von allen Theilen des letzteren nur der Magen, Darm und Rücken-

Fig. 300.

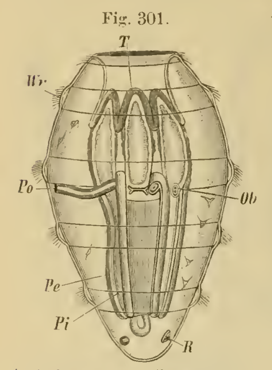


a Bipinnaria von Triest, in der Entwicklung des Seesternes (*St*), nach J. Müller. *M* Magen, *A* After, *V* Ambulacralgefässrosette mit anhängendem, im Rückenporus geöffneten Wimperschlauch (*S.*) — *b Bipinnaria asterigera* mit entwickeltem Sterne, nach J. Müller. *O* Mund, *A* After, *S* der Seestern.

schlauch aufgenommen werden, während der Uebergang der *Auricularia* in die Synapta ohne Verlust so zahlreicher Körpertheile der Larve durch Vermitt-

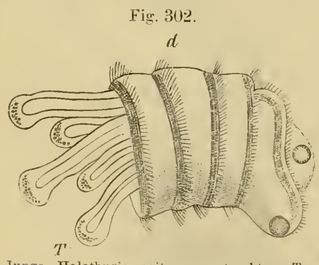
lung eines puppenähnlichen Zwischenstadiums erfolgt. Im ersteren Falle häuft sich ausserhalb der Lateralscheiben, unter Betheiligung der sich verdickenden Haut, ein mit rundlichen Zellen erfülltes Zwischengewebe an, welches durch Aufnahme von Kalkablagerungen zum Hautskelet des späteren Echinoderms wird (Fig. 300 *a*). Der Canal des Rückenporus hat inzwischen seine einfache Form aufgegeben und sich in das Ringgefäss mit Fortsätzen, den Anlagen der Ambulacralstämme, umgestaltet. Mit dem fortschreitenden Wachsthum tritt der definitive Echinodermenleib als ein mehr oder minder kugelig-pentagonaler Körper oder kurzarmiger Stern hervor, an Masse die der Larve allmälig mehr und mehr überwiegend (Fig. 300 *b*). Endlich nach dem Hervorwachsen von Ambulacralfüsschen kommt es zur Trennung des Echinodermleibes von den Resten des Larvenkörpers, welche nicht selten wie Ueberreste eines zerfallenen Gerüstes an dem ersteren haften. Der in das Innere des Echinoderms aufgenommene Magen reisst vom Schlunde der Larve (*Bipinnaria*) ab, um einen neuen Schlund mit Mundöffnung zu erhalten: der Rückenporus wird zum Porus der Madreporenplatte. Die *Synaptiden* dagegen bilden sich durch Umwandlung des gesammten Auricularienleibes heran. Am vorderen Körpertheile vor dem aus dem Rückenschlauche hervorgegangenen Ringgefässe entstehen fünf Tentakeln in einem später nach aussen durchbrechenden Raume. Die Larve zieht ihre Seitenlappen ein und verwandelt sich in einen tonnenförmigen Körper mit fünf transversalen Wimperreihen und verliert Mundöffnung und Rückenporus (Fig. 301). Allmälig bildet sich das Ambulacralsystem weiter aus, es verlängert sich der Darm, die ersten fünf Tentakeln kommen zum Durchbruch, und es entsteht die Mundöffnung am vorderen Pole (Fig. 302). Das Thier verliert allmälig die Wimperreifen und bewegt sich als junge Synaptide mittelst der Tentakeln. Bei den pedaten Holothurien tritt auch noch das erste ventrale Füsschen hinzu.

Fig. 301.



Auriculariapuppe von *Synapta* im Profil, nach E. Metschnikoff. Die Eingangsöffnung bereits gross, so dass die Tentakeln (*T*) vorgestreckt werden können. *Wr* Wimperring, *Pe*, *Pi* äusseres und inneres Blatt der Peritonealsäckchen, *Ob* Gehörblasen, *Po* Porus des Ambulacralgefässsystems, *R* Kalkrädchen.

Fig. 302.



Junge Holothurie mit vorgestreckten Tentakeln (*T*), schwimmend und kriechend, nach J. Müller.

Bei der mehr directen Entwicklung erscheint die bilaterale Larvenform mehr oder minder vollständig unterdrückt und die Zeit des Umherschwärmens abgekürzt oder ganz beseitigt. Stets sind dann Schutzeinrich-

tungen als Bruträume am Mutterthier vorhanden, und es besteht ein gewisser Dimorphismus beider Geschlechter, insofern sich beim weiblichen Thiere secundäre, auf die Brutpflege bezügliche Charaktere entwickelt haben (stärker gewölbte Schale, weitere Genitalöffnungen). Am meisten geschützt ist die Bruthöhle bei *Pteraster militaris;* hier liegt dieselbe oberhalb der Afters und der Geschlechtsmündungen und wird von einer mit Kalkkörperchen erfüllten Haut gebildet, welche sich über die Stacheln des Rückens emporgehoben hat. Etwa 8—20 (1 Mm. grosse) Eier gelangen in das Innere der Bruthöhle und werden dort zu ovalen Embryonen, welche einige Saugfüsschen erhalten und in fünfeckige Sterne übergehen. In anderen Fällen bildet sich ein Brutraum auf der Bauchfläche des Seesternes aus, z. B. *Echinaster Sarsii,* und das vollständig bewimperte Junge gewinnt am vorderen Ende einen kolbigen Fortsatz, welcher sich in mehrere Haftzäpfchen theilt und als Haftorgan den Körper an der Wand des Brutraumes befestigt. Nun bilden sich in jedem Strahl Saugfüsschen aus, zwei paarige und ein unpaares, von denen das letztere der Ecke am nächsten liegt; die fünf Ecken treten stärker hervor, erhalten Augenpunkte und Tentakelfurchen, Stacheln kommen zum Vorschein und die Mundöffnung zum Durchbruch, das Haftorgan wird rückgebildet, und die Jungen entschlüpfen dem Brutraume des Mutterthieres, um allmälig unter kriechender Bewegung und selbstständiger Ernährung zu kleinen Seesternen auszuwachsen. Aehnlich verhält sich die Entwicklung bei *Asteracanthion Mülleri* und einigen *Ophiuriden,* wie *Amphiura squamata.*

Auch für *Holothurien (H. tremula)* wurde eine einfache, mehr directe Entwicklung für *Phyllophorus urna* und für *Cucumaria doliolum* beobachtet. Im ersteren Falle verlässt der Embryo das Ei in Form einer bewimperten Larve, welche sehr bald eine birnförmige Gestalt annimmt, den Wassergefässring und im Umkreise der Mundöffnung fünf Tentakeln erhält. Noch bevor die letzteren anstatt der geschwundenen Wimpern als Bewegungsorgane dienen, hat sich der Darmcanal und das Hautskelet gebildet. Später verästeln sich mit dem fortschreitenden Wachsthum die Tentakeln, und es kommen zwei Ventralfüsschen hervor, welche die seitliche Symmetrie der Jugendform unzweifelhaft machen. Auch für einige Seeigel *(Anochanus sinensis, Goniocidaris*-Arten, *Hemiaster cavernosus)* wurde Brutpflege und dieser entsprechend vereinfachte Metamorphose nachgewiesen.

Die Echinodermen sind Meeresbewohner und ernähren sich bei einer langsam kriechenden Locomotion von Seethieren, besonders Mollusken, aber auch von Fucoideen und Tangen. Einige werden in der Nähe der Küsten auf dem Boden des Meeres gefunden, andere und zwar höchst merkwürdige Typen hohen Alters kommen in bedeutenden Tiefen vor. Viele besitzen eine grosse Reproductionskraft und sind im Stande, verloren gegangene Theile, wie z. B. Arme, mit allen ihren Einrichtungen, mit Nerven und Sinnesorganen durch neue zu ersetzen.

Obwohl die *Echinodermen* zu den *Coelenteraten* in keiner engern Verwandtschaftsbeziehung stehen, vielmehr wahrscheinlich von enterocoelen Würmern abzuleiten sind, empfiehlt es sich vorläufig, so lange nicht sichere Anhaltspunkte über ihre Abstammung vorliegen, den Anschluss derselben an die Coelenteraten aufrecht zu erhalten.

Die nach dem Schema Gastraea und Gastrula ausgedachte Hypothese einer *Pentactaea* als Stammform, die von allen Echinodermen in der Pentactula als Larvenform recapitulirt sein soll *(Semon)*, ist nicht weiter discutirbar. Ueber das relative Alter und die verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Classen ist man keineswegs im Klaren. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Annahme für sich, dass die palaeozoischen *Cystideen*[1]) dem Stammtypus am nächsten stehen und dass von ihnen die Grundformen der übrigen Classen abzuleiten sind. An die regelmässigen, aus grossen Platten zusammengesetzten Formen schliessen sich die *Crinoideen* (und *Blastoideen*) durch Uebergänge an, während mit den unregelmässigen, aus vielen Tafeln zusammengesetzten Formengruppen die Seesterne und Seeigel in Verbindung gebracht werden können.

Als gesichert kann die Verwandtschaft der *Asteriden* und *Echiniden* gelten, von denen die letzteren in der schon von Joh. Müller dargelegten Weise auf jene zurückgeführt werden können. Die *Holothurioideen* dürften von den *Echinoideen* aus abzuleiten sein und die jüngsten Glieder der Echinodermen repräsentiren. Von den *Asteriden* führen die mit denselben durch paläozoische Zwischenformen verbundenen *Ophiuriden* zu den *Crinoideen* hin, welche trotz der grossen Analogie in Zahl, Lage und Gestaltung der Kelchtafeln mit den Scheitelplatten mancher Echinoideen *(Salenia)* mit diesen nicht näher verwandt sind, sondern verhältnissmässig abseits stehen. Die vornehmlich von P. H. Carpenter verfolgten Gestaltungsverhältnisse der Kalkplatten am Kelche der Crinoideen und Apex der Echinoideen können zur Zeit nicht als Homologien, wohl aber als Convergenzbildungen beurtheilt werden.

I. Classe. **Crinoidea**[2]), **Haarsterne.**

Kugelige oder becherförmige Echinodermen mit gegliederten, Pinnulae tragenden Armen, in der Regel mittelst eines gegliederten Kalkstieles befestigt. Die Haut auf der Aboralseite getäfelt, die Ambulacralanhänge sind Tentakeln in den Kelchfurchen und auf den gegliederten Armen.

Für die meisten Crinoideen ist das Vorhandensein eines gegliederten. Cirren tragenden Stieles charakteristisch, welcher am Scheitelpole entspringt und sich mit seinem unteren Ende an festen Gegenständen anheftet (Fig. 303); nur bei wenigen lebenden Gattungen, wie *Comatula* (Fig. 304) und *Actinometra*, ist derselbe auf die Jugendform beschränkt. Der die Ein-

---

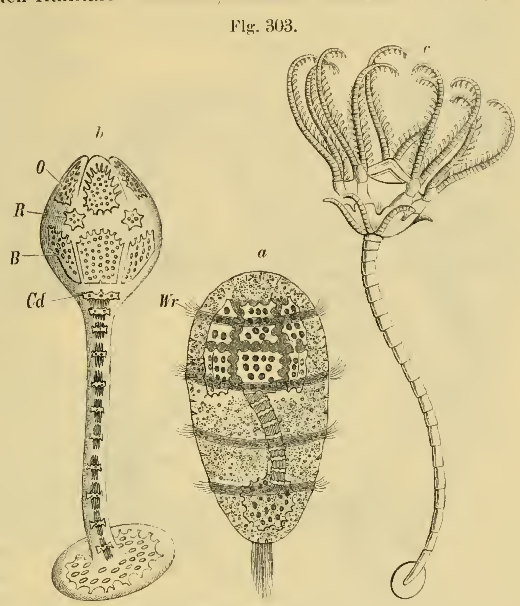
[1]) Zittel, Handbuch der Paläontologie. Tom. I, 1876—1880. M. Neumayr, Morphologische Studien über fossile Echinodermen. Sitzungsb. der k. Akad. der Wiss. Wien 1881.

[2]) J. S. Miller, A natural history of the Crinoidea or lily-shaped animals. Bristol 1821. J. V. Thompson, Sur le Pentacrinus europaeus, l'état de jeunesse du genre Comatula. L'institut, 1835. J. Müller, Ueber den Bau von Pentacrinus caput Medusae. Abhandl. der Berl. Akad., 1841. Derselbe. Ueber die Gattung Comatula und ihre Arten. Ebendaselbst, 1847. Leop. von Buch, Ueber Cystideen. Abhandl. der Berl. Akad., 1844. Ferd. Römer, Monographie der fossilen Crinoideenfamilie der Blastoideen. Archiv für Naturgesch., 1851. W. Thomson. On the Embryology of the Antedon rosaceus. Phil. Transactions Roy. Soc., Tom. 155, 1865. W. B. Carpenter, Researches on the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus. Ibid., Tom. 156. A. Götte, Vergl. Entwicklungsgeschichte der Comatula mediterranea. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XII. H. Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen. Leipzig 1877. O. Seeliger, Studien zur Entwicklungsgeschichte der Crinoiden (Antedon rosacea). Zoolog. Jahrbücher. VI. Bd. Anatom. Abth., 1893.

geweide enthaltende Leib erscheint als Kelch am oberen Ende des Stieles und sitzt nur ausnahmsweise unmittelbar am dorsalen Scheitel fest. Die meist pentagonalen Stielglieder sind durch Bandmasse verbunden und von einem die Ernährung vermittelnden, ein centrales und fünf peripherische Blutgefässe bergenden Centralcanal durchsetzt; in gewissen Abständen tragen sie wirtelförmig gestellte, ebenfalls durchbohrte und gegliederte Ranken.

Aeusserlich wird der becherförmige Leib auf der Rückenseite von regelmässig gruppirten Kalktafeln bedeckt, während die obere Fläche, an welcher die Mundöffnung und der After liegen, von einer lederartigen Haut bekleidet ist. Am Rande des Bechers entspringen bewegliche, einfache oder gabelig getheilte, oft mehrfach verästelte Arme, deren festes Gerüste aus dorsalen, durch Muskeln beweglichen Kalkstücken besteht. Fast überall tragen die Arme an ihren Hauptstämmen oder deren Zweigen Seitenanhänge, *Pinnulae,* welche alternirend den einzelnen ebenfalls alternirenden Armgliedern zugehören und im Grunde nur die äussersten Armzweige repräsentiren. Der Mund liegt in der Regel im Centrum des Bechers; von hier aus verlaufen über die Scheibe nach den Armen, deren Verzweigungen und Pinnulae Furchen, die sog. *Ambulacralfurchen,* welche von einer weichen Haut überzogen sind und die tentakelartigen Ambulacralanhänge tragen. Die Afteröffnung liegt excentrisch auf der ambulacralen Fläche. Die Geschlechtsorgane liegen im Perihämalraume der Arme als röhrenförmige Keimlager, von denen durch seitliche Ausstülpungen die Genitalzellen in die Pinnulae eintreten und hier zur Reife gelangen.

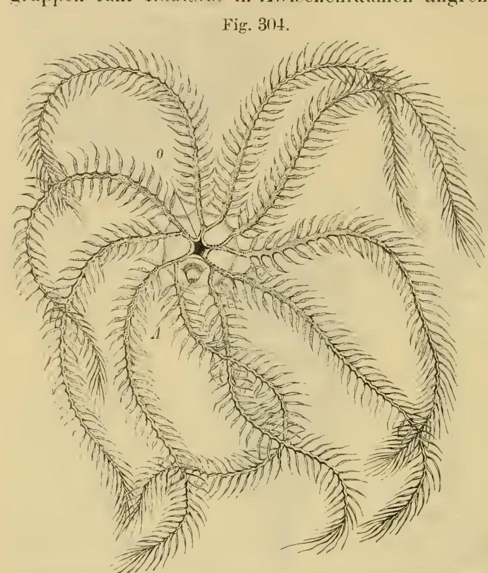
Fig. 303.



Entwicklungsstadien von *Comatula (Antedon),* stark vergrössert. *a* Freischwimmende Larve mit Wimperschopf und Wimperringen (*Wr*), sowie mit den Anlagen der Kalkplatten. — *b* Festsitzendes Pentacrinusstadium derselben. *O* Oralia, *R* Radialia, *B* Basalia, *Cd* Centrodorsal-Platte. — *c* Aelteres, als *Pentacrinus europaeus* beschriebenes Stadium derselben mit Armen und Cirren, nach Thomson.

Von besonderer Bedeutung ist namentlich in Bezug auf die zahlreichen fossilen Crinoideen die Anordnung der Kelchtafeln. Um für dieselbe eine einheitliche Basis zu gewinnen, ist es nöthig, auf die Skeletgebilde einer Jugendform zurückzugreifen, wie sie uns in der Pentacrinoidlarve der Comatula vorliegt (Fig. 303 *b*). Die Kalkstücke des Kelches werden als fünf *Oralia* und ebensoviel *Basalia* unterschieden. Erstere bilden das orale, letztere das apicale System von Kalkplatten, zu dem jedoch noch eine sog. *Centrodorsalplatte*, und dorsalwärts von der Anlage der Tentakelgruppen fünf *Radialia* in Zwischenräumen angrenzender Paare von Oralia und Basalia hinzukommen. Die Entwicklung der lebenden Gattung *Comatula*, welche mit einer tonnenförmigen, von vier Wimperreifen bekleideten Larve beginnt und zu dem festsitzenden Stadium der Pentacrinusform *(P. europaeus)* führt, beruht auf einer complicirten Metamorphose (Fig. 303).

Fig. 304.



Comatuea mediterranae, von der Bauchseite dargestellt. *O* Mund, *A* After. Die Pinnulae mit Geschlechtsdrüsen gefüllt.

Die meisten Crinoideen gehören den ältesten Perioden der Erdbildung, dem Uebergangsgebirge und der Steinkohlenformation an. Die nur in beschränkter Zahl vorhandenen lebenden Formen finden sich meist in bedeutender Tiefe.

1. *Tessellata,* Tafellilien *(Palaeocrinoideen).*

Mit vollständiger Täfelung des Kelches, an welchem meist Parabasalstücke, oft auch Interradialia und Interstichalia nachweisbar sind. Kelchambulacren und entsprechende Furchen scheinen gefehlt zu haben. Beginnen im unteren Silur.

Hierher gehören: *Cupressocrinus crassus* Goldf., *Cyathocrinus* Mill., *Eucrinus* Ang. und der von Wyville Thomson beschriebene lebende Tiefseecrinoid *Hyocrinus bethelianus.*

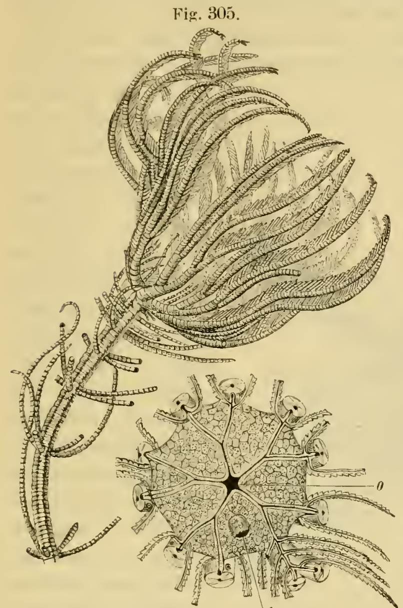
2. *Articulata,* Gliederlilien *(Neocrinoideen).*

Tafelung des Kelches minder vollständig. Parabasalia fehlen meist. Ventrale Kelchdecke häutig oder schwach getäfelt, mit Ambulacren und Ambulacralfurchen.

Pentacrinus caput Medusae Lam. von den Antillen (Fig. 305). *P. Mülleri* Oerst., Westind. Meere. Zu einer nahestehenden Familie gehört *Apiocrinus*, dem sich der lebende *Rhizocrinus lofotensis* M. Sars, ferner *Bathycrinus gracilis* und *aldrichianus* W. Th. aus bedeutenden Meerestiefen anschliessen. In die Nähe dieser Gruppe gehört auch die lebende Gattung *Holopus* aus Westindien mit angewachsenem Kelche. *H. Rangii* d'Orb.

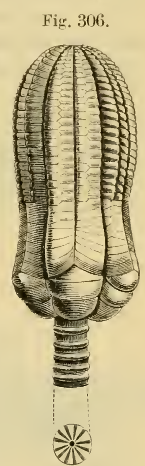
Fam. *Comatulidae*, Haarsterne. Nur in der Jugend gestielt, im erwachsenen Zustande frei, meist mit zehn Armen am Rande des abgeplatteten Körpers, mit Mund und After. Die Haarsterne können die Arme gegen die Bauchfläche schlagen und sich zwischen Meerespflanzen bewegen. Die ausschlüpfende Larve ist wurmförmig und mit vier Wimpergürteln versehen. Dieselbe besitzt Mund und After, sowie einen Flimmerschopf am hinteren Körperende und schwimmt frei umher. Später gehen die Larven durch Bildung von Kalkringen und Tafelreihen in das Stadium des gestielten *Pentacrinus* über, welcher nach Trennung des Kelches vom Stiele zur Comatula wird. *Comatula mediterranea* Lam. = *Antedon rosaceus* Linck (Fig. 304), mit *Pentacrinus europaeus* (Fig. 303 *c*) als Jugendform. *Actinometra* J. Müll. Fam. *Encrinidae*. Kelch mit Parabasalien. Sind die ältesten Gliederlilien aus der Trias *E. liliiformis* Schl. (Fig. 306).

Fig. 305.



Pentacrinus caput Medusae, nach J. Müller. *O* Mund, *A* After der von der Oralfläche dargestellten Scheibe.

Fig. 306.



Encrinus liliiformis aus dem Muschelkalk.

Den Crinoideen schliessen sich die fossilen *Cystideen* und *Blastoideen* an, die wohl als besondere Classen zu betrachten sind.

Die *Cystideen* (Beutelstrahler) sind kurz gestielt, mit mehr oder minder kugelförmigem, polygonal getäfeltem Kelch und schwach entwickelten Armen, die gegliederte Pinnulae tragen. Die Geschlechtsorgane sind wahrscheinlich im Kelche eingeschlossen, eine durch bewegliche Klappen verschliessbare Oeffnung wird als Geschlechtsöffnung gedeutet. Fossil im Uebergangsgebirge und Kohlenkalk. *Sphaeronites, Caryocrinus, Echinosphaerites.*

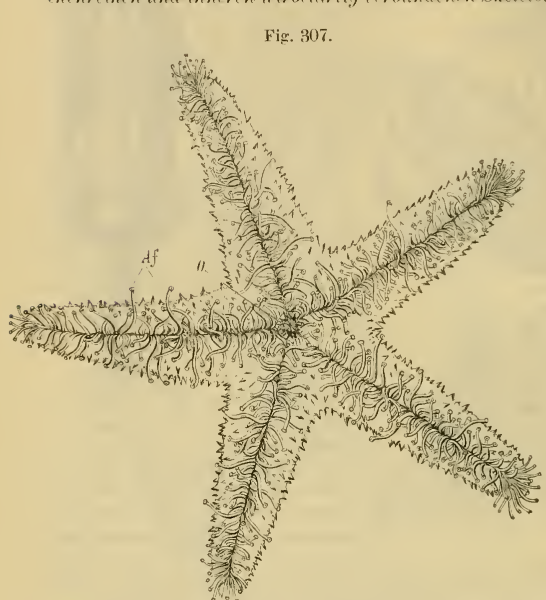
Die *Blastoideen* (Knospenstrahler) entbehren der Arme und besitzen nur Ambulacralfelder am Kelche, welcher mittelst einer kurzen gegliederten Säule festsitzt. Das Kelchgerüst besteht aus drei Basalstücken, fünf radialen „Gabelstücken“ und fünf interradialen „Deltoidstücken“. Dazu kommen

noch die Skeletplatten der fünf radialen sog. Ambulacralfelder, welche sich zwischen den Gabelstücken ausbreiten. Die Bastoideen beginnen im oberen Silur mit der Gattung *Pentatrematites* und erreichen ihre grösste Ausbreitung im Devon und in der Steinkohlenformation.

II. Classe. Asteroidea [1]), Seesterne.

Echinodermen von flacher, pentagonaler oder sternförmiger Körpergestalt, mit ausgedehnter Rückenhaut, auf die Bauchfläche beschränkten Füsschenreihen und inneren wirbelartig verbundenen Skeletstücken der Ambulacren.

Fig. 307.



Echinaster sentus, von der Oralfläche dargestellt, nach A. Agassiz. *O* Mund, *Af* Ambulacralfüsschen.

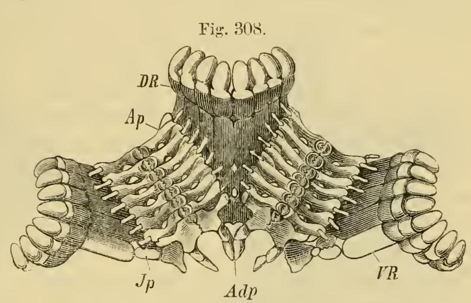
Die Seesterne charakterisiren sich zunächst durch die vorherrschend pentagonale oder sternähnliche Scheibenform des Körpers, auf dessen Bauchfläche die Ambulacralfüsschen beschränkt sind (Fig. 307). Die Radien strecken sich gegenüber den durch Auseinanderweichen der interambulacralen Plattenreihen verkürzten Interradien zu einer meist ansehnlichen Länge und bilden mehr oder minder weit hervorstehende bewegliche Arme mit verschiebbaren Skeletstücken. Diese bestehen aus quergelagerten Paaren von Kalkplatten (Ambulacralplatten), welche sich vom Munde an bis gegen die Spitze der Arme erstrecken und durch Gelenke wirbelartig verbunden sind. Von der kugeligen oder flachen Schale der *Echinoideen* unterscheidet sich das Skelet der *Asteroideen* dadurch, dass sich die Ambulacral- und Interambulacralplatten auf die Bauchfläche beschränken, und auf der Aussenseite der ersteren eine tiefe *Ambulacralfurche* sich findet, in welcher ausserhalb der Skeletstücke in der weichen Haut

---

[1]) J. Müller und Troschel, System der Asteriden. Braunschweig 1841. Vergl. ausserdem die zahlreichen Aufsätze von Krohn, Sars, Lütken, Agassiz u. A.

die Nervenstämme, darüber die Perihämalcanäle mit den Blutgefässen und die Ambulacralgefässstämme verlaufen (Fig. 308). Bei den *Ophiurideen* wird die Ambulacralrinne von Kalkplatten überdeckt, so dass die Füsschen an den Seiten der Arme hervortreten. Auf der Rückenfläche erscheint das Hautskelet lederartig, indess in der Regel mit kleinen Kalktafeln erfüllt, welche sich in Stacheln, Höcker, Papillen fortsetzen und eine sehr verschiedenartige Bedeckung bilden. Am Rande liegen in der Rückenhaut meist grössere Kalkplatten, *obere Randplatten*, in einer randständigen Reihe (Fig. 308). Auf der ventralen Fläche unterscheidet man ausser den in das Innere des Körpers hineinfallenden Ambulacralplatten *untere Randplatten*, ferner die *Adambulacralplatten* und *intermediären Interambulacralplatten*. Die beiden letzten Kategorien von Tafeln entsprechen den Interambulacralplatten der *Echinoideen;* während dieselben aber im letzteren Falle zwei in der ganzen Länge des Interradius vereinigte Reihen darstellen, weichen sie bei den *Asteroideen* von den Mundecken aus winkelig auseinander und gehören den einander zugewendeten Seiten benachbarter Arme an. Die Ambulacralplatten sind wirbelartig verbundene bewegliche Kalkstücke und lassen zwischen ihren Seitenfortsätzen Oeffnungen zum Durchtritt der Ampullen der Saugfüsse frei. Die rechten und linken Stücke einer jeden Doppelreihe sind entweder durch eine Naht unbeweglich vereinigt *(Ophiurideen)* oder in der Mitte der Armfurche durch ineinandergreifende Zähne beweglich verbunden *(Stellerideen)*. Die Stellerideen besitzen ventrale Quermuskeln an den Ambulacralwirbeln und krümmen ihre Arme nach der Ventralfläche zusammen; die Schlangensterne dagegen biegen mittelst ihrer ausschliesslich lateralen Längsmuskeln die Arme in der Horizontalebene nach rechts und links schlängelnd. Die Mundöffnung liegt stets im Centrum der Bauchfläche in einem pentagonalen oder sternförmigen Ausschnitt, dessen Ränder meist mit harten Papillen besetzt sind. Die interradialen Ecken werden durch je zwei zusammentretende Adambulacralplatten gebildet und wirken häufig als Organe der Zerkleinerung. Die Afteröffnung kann fehlen, im andern Falle liegt dieselbe stets am Scheitelpole. Die Madreporenplatte findet sich in einfacher, auch wohl mehrfacher Zahl interradial auf dem Rücken *(Stellerideen)* oder an der inneren Fläche eines der *Mundschilder (Ophiurideen)*. Die Entwicklung erfolgt in einzelnen

Fig. 308.



Skeletplatten von *Astropecten Hemprichii*, nach J. Müller. *DR* dorsale Randplatten, *VR* ventrale Randplatten, *Ap* Ambulacralplatten, *Jp* intermediäre Interambulacralplatten, *Adp* vorderste Adambulacralplatten, eine Mundecke bildend.

Fällen direct ohne bilaterale Larven; da, wo die letzteren als Entwicklungsstadien auftreten, sind es Formen des *Pluteus* (Ophiurideen), oder *Bipinnarien* und *Brachiolarien* (Stellerideen).

Die grosse Regenerationskraft der Seesterne beschränkt sich nicht nur auf den Ersatz zerstörter Arme, sondern führt auch zur Neubildung von Scheibenstücken oder gar der gesammten Scheibe von einem losgetrennten Arme aus; somit kommt es zu einer ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung, die besonders an Formen mit sechs Armen *(Ophiactis)* oder mit einer grösseren Armzahl *(Linckia)* beobachtet wird.

Fossile Seesterne finden sich bereits im unteren Silur *(Palaeaster)*, wo auch Zwischenformen von Stellerideen und Ophiurideen auftreten *(Protaster)*.

1. Ordnung. **Stelleridea, Asterideen, Seesterne.**

Seesterne, deren Armhöhlen als Fortsetzungen des Scheibenraumes die Leberanhänge des Darmes, auch wohl die Geschlechtsorgane in sich aufnehmen und auf ihrer Bauchfläche eine tiefe unbedeckte Ambulacralfurche besitzen, in welcher die Füsschenreihen stehen.

Die meist breitarmigen Stelleriden zeichnen sich durch die Beweglichkeit der Wirbelhälften (Ambulacralplatten) des Armskelets aus und besitzen zwischen denselben Muskeln. Die Afteröffnung liegt am aboralen Pole, doch kann dieselbe auch einzelnen Gattungen *(Astropecten)* fehlen. Die Madreporenplatte liegt interradiär auf der Rückenfläche, ebenso die Genitalporen. Die gelappten verästelten Anhänge des Magens erstrecken sich in den Hohlraum der Arme hinein (Fig. 290), auf deren ventralen Fläche zwei oder vier Reihen von Füsschen in einer tiefen, am Rande von Papillen besetzten Ambulacralrinne verlaufen (Fig. 307). *Pedicellarien* kommen den Asterien zu, ebenso Hautkiemen auf den Tentakelporen der Rückenfläche. Die Seesterne ernähren sich grossentheils von Weichthieren und kriechen mit Hilfe ihrer Füsschen langsam am Boden des Meeres umher. Einige wenige entwickeln sich mittelst abgekürzter Metamorphose im Brutraume des Mutterthieres, die meisten durchlaufen die freien Larvenstadien der *Bipinnaria* und *Brachiolaria* (Fig. 296 und 300).

Fam. *Asteridae.* Die walzenförmigen Ambulacralfüsschen enden mit breiten Saugscheiben und stehen meist vierreihig in jeder Ambulacralfurche. *Asterias* L. *(Asteracanthion). A. glacialis* O. F. Müll., *A. tenuispinus* Lam., Mittelmeer. *Heliaster helianthus* Gray. Mit 29—40 Armen, Chili.

Fam. *Solasteridae.* Die walzenförmigen Ambulacralfüsschen stehen in zwei Reihen. Arme lang, oft in mehr als fünffacher Zahl. *Solaster papposus* Retz., *Echinaster sepositus* Retz., *Ophidiaster* Ag., *Linckia* Nardo.

Fam. *Asterinidae.* Körper pentagonal oder mit kurzen Armen, meist mit dachziegelartiger Täfelung, ohne ausgebildete Randplatten. *Asterina* Nardo = *Asteriscus* Müll. Tr. *A. gibbosa* Forb. *(Asteriscus verruculatus* Müll. Tr.) (Fig. 309). *Palmipes membranaceus* Linck, Mittelmeer, Adria.

Fam. *Culcitidae.* Scheibe pentagonal, mit gekörnter oder schwach getäfelter Haut, ohne Randplatten, Ambulacralfurchen auf die Rückenseite übergreifend. *Culcita coriacea* Müll. Tr., Rothes Meer.

Fam. *Astropectinidae.* Füsschen konisch ohne Saugscheiben, in zwei Reihen. After fehlt. *Astropecten aurantiacus* Phil. *A. pentacanthus* Dell. Ch., Mittelmeer. *A. platyacanthus,* Adria. *Luidia* Forb. *Ctenodiscus* Müll. Tr.

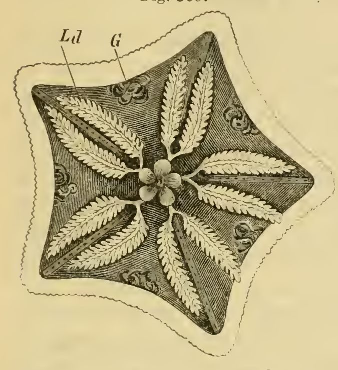
Fam. *Brisingidae.* Körpergestalt den Ophiuriden ähnlich, Arme von der Scheibe abgesetzt, nur mit engem Innenraum. *Brisinga coronata* Sars. Mit 9—12 langen Armen, in einer Tiefe von 200—300 Faden lebend, Lofoten, Atl. Ocean.

2. Ordnung. **Ophiuridea**[1]**, Schlangensterne.**

Afterlose Seesterne mit langen cylindrischen Armen, welche scharf von der Scheibe abgesetzt sind und keine Anhänge des Darmes aufnehmen. Die Ambulacralfurche wird von Schildern der Haut bedeckt, so dass die Ambulacralfüsschen an den Seiten der Arme hervorstehen.

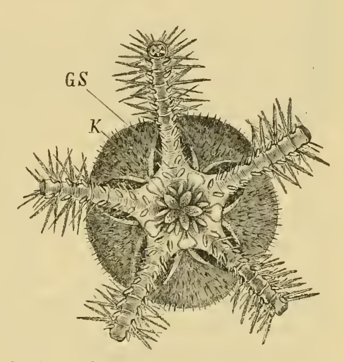
Die Ophiurideen unterscheiden sich sofort durch die cylindrischen, schlangenartig biegsamen Arme, welche von der flachen Scheibe scharf ab-

Fig. 309.



Asteriscus verruculatus nach Entfernung der Rückenhaut. *Ld* Radiale Anhänge oder Leberschläuche des Magens, *G* Geschlechtsdrüsen.

Fig. 310.



Scheibe mit den Anfängen der Arme von *Ophiotrix fragilis.* *Gs* Spalten der Genitaltaschen, *K* Kauplatten.

gegrenzt sind, und keine Fortsätze des Darmes einschliessen. Die grosse Beweglichkeit der Arme fällt vorzüglich in die Horizontalebene und vermittelt nicht selten eine kriechende Locomotion zwischen Seepflanzen. Die Ambulacralfurche wird stets durch besondere Hautplatten bedeckt, und die Füsschen treten seitlich zwischen den Stacheln und Plättchen an der Oberfläche hervor (Fig. 310). Selten sind die Arme verästelt und können auch mundwärts eingerollt werden; in diesem Falle *(Astrophyton)* wird die Bauchfurche durch eine weiche Haut geschlossen. Die Afteröffnung fehlt stets, ebenso die Pedicellarien. Die Geschlechtsproducte gelangen in Genitaltaschen (Bursae) und aus diesen durch interradiale Spaltenpaare nach aussen. Die Madreporenplatte liegt auf der Bauchfläche an einem Mundschilde. Wenige gebären lebendige

[1] Preyer, Ueber die Bewegungen der Seesterne, eine vergleichend physiologische Untersuchung. Mittheilungen der zool. Station Neapel, 1887. O. Hamann l. c. Heft IV, Anatomie und Histologie der Ophiurideen und Crinoideen. Jena 1889.

Junge, z. B. *Amphiura squamata*, bei diesen fällt die Metamorphose aus; die meisten durchlaufen die bilateralen Larvenstadien des *Pluteus*, z. B. *Ophioglypha lacertosa* Linck (*Ophiolepis ciliata* M. Tr.) mit *Pluteus paradoxus*.

Fam. *Ophiuridae*. Mit einfachen unverzweigten Armen und mit Bauchschildern der Ambulacralfurche. Zerfallen nach der besonderen Gestaltung der Körperbedeckung und der Bewaffnung der Mundspalten in zahlreiche Gattungen. *Ophiothrix* Müll. Tr. Der Rücken mit Körnchen, Härchen oder Stacheln versehen. Seitenschilder der Arme Stacheln tragend. *Oph. fragilis* O. Fr. Müll. *Ophiura* Lam. *(Ophioderma)*. In jedem Interbrachialraum zwei Paare von Genitalspalten. *O. longicauda* Linck, *Ophioglypha* Lym., *Ophiolepis* Lütk., *Amphiura* Forb., *A. squamata* Dell. Ch.

Fam. *Euryalidae*. Meist mit verzweigten Armen, welche mundwärts eingebogen werden und der Schilder entbehren, mit weichhäutig geschlossener Bauchfläche. *Astrophyton verrucosum* Lam., Indischer Ocean. *A. arborescens* Rond., Mittelmeer. *Asteronyx Lovéni* Müll. Tr., Norwegen.

III. Classe. Echinoidea [1]), Seeigel.

Kugelige, herzförmige oder scheibenförmige Echinodermen mit unbeweglichem, aus Kalktafeln zusammengesetztem Skelet, welches als Schale den Körper umschliesst und bewegliche Stacheln trägt, stets mit Mund- und Afteröffnung, mit locomotiven und oft auch respiratorischen Ambulacralanhängen.

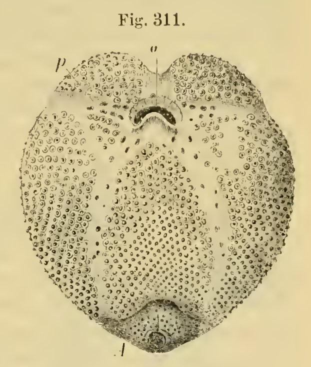
Die Skeletplatten der Haut verbinden sich zur Herstellung einer festen, unbeweglichen mehr oder minder sphäroidischen Schale, welche bald regulär radial, bald irregulär oder symmetrisch gestaltet ist. Mit seltenen Ausnahmen der fossilen *Perischoechiniden* wie *Lepidocentrus* und der jetzt lebenden *Asthenosomen* schliessen die Kalkplatten mittelst Suturen fest aneinander und bilden zwanzig meridionale Reihen, von denen je zwei benachbarte alternirend in die Strahlen und Zwischenstrahlen fallen (Fig. 278). Die ersteren fünf Paare werden als *Ambulacralplatten* von feinen Porenreihen zum Durchtritt der langen Saugfüsschen durchbrochen und tragen ebenso wie die breiten *Interambulacralplatten* kugelige Höcker und Tuberkeln, auf welchen die beweglichen äusserst verschieden gestalteten Stacheln eingelenkt sind. Auf der meridionalen Anordnung der Plattenreihen bei gleichzeitiger Continuität der Interambulacralreihen beruht die Körperform des Seeigels im Gegensatze zu der des Seesternes.

Für die innere Organisation ist die Lage der Nerven und Ambulacralgefässstämme unterhalb des Skelets von Bedeutung (Fig. 285). Zwischen den Stacheln, besonders zahlreich in der Umgebung des Mundes, finden sich *Pedicellarien*, bei einigen *Cidariden* auch verästelte Kiemenschläuche. Die Genitalporen liegen in der Umgebung des Scheitelpoles interradial auf den Genitalplatten, von denen in der Regel eine zugleich Madreporenplatte ist; die in die Radien fallenden Ocellarplatten sind ebenfalls durchbohrt. Auch die regu-

[1]) Vergl. ausser J. Th. Klein: E. Desor, Synopsis des Échinides fossiles, 1854 bis 1858. S. Lovén, Études sur les Échinoidées. Stockholm, 1874. Al. Agassiz, Revision of the Echini. Cambridge 1872—1874.

lären Seeigel werden oft symmetrisch. Indem ein Radius kürzer oder länger wird als die anderen untereinander gleichen Strahlen, entstehen länglich-ovale, seitlich symmetrische Formen mit centralem Mund und After, aber bereits unpaarem vorderen Radius *(Acrocladia—Echinometra)*. Bei irregulären Seeigeln rückt die Afteröffnung aus dem Scheitelpol in den unpaaren Interradius *(Clypeastriden)* (Fig. 279), oft erhält auch die Mundöffnung eine vordere excentrische Lage *(Spatangiden)* (Fig. 311) und entbehrt in diesem Falle stets des Kauapparates. Bei vielen regulären Formen sind alle Ambulacralanhänge (Füsschen) von gleicher Form und mit einer durch Kalkstückchen gestützten Saugscheibe versehen; bei anderen entbehren die dorsalen Füsschen der Saugscheibe und sind zugespitzt, oft auch am Rande eingeschnitten. Die irregulären Seeigel besitzen neben den Füsschen fast durchwegs Ambulacralkiemen auf einer von grösseren Poren gebildeten Rosette der Rückenfläche. Die locomotiven Füsschen werden bei den *Clypeastriden* sehr klein und breiten sich entweder über die ganze Fläche der Ambulacren aus, oder beschränken sich auf verzweigte Strassen an der Bauchfläche. Bei den *Spatangiden* finden sich an der Oberfläche eigenthümliche Streifen, Fasciolen oder *Semitae* (Fig. 280 *a* und 311), auf denen anstatt der Stacheln geknöpfte Borsten mit lebhafter Wimperung, *Clavulae*, verbreitet sind. Die Entwicklung erfolgt durch die Larven der *Pluteus*-form mit Wimperepauletten oder Scheitelstab *(Spatangiden)*.

Fig. 311.



Schizaster (Spatangide) von der Oralseite. *o* Mund, *A* After, *P* Poren der Ambulacralfüsschen.

Die Seeigel leben vorzugsweise in der Nähe der Küste und ernähren sich von Mollusken, kleinen Seethieren und Fucoideen. Einige Echinusarten besitzen das Vermögen, sich Höhlen in Felsen zum Aufenthalt zu bohren. Man findet viele fossile, mit Kieselerde gefüllte Schalen besonders in der Kreideformation.

1. Ordnung. **Cidaridea, reguläre Seeigel.**

Seeigel mit centralem Mund und gleichartigen Bandambulacren, mit Zähnen und Kaugerüst, sowie mit subcentralem After im Scheitelfelde.

Fam. *Cidaridae*, Turbanigel. Mit sehr schmalen Ambulacralen und breiten Interambulacralfedern, grossen perforirten Stachelwarzen auf denselben und mit grossen keulenförmigen Stacheln, ohne Mundkiemen. *Cidaris metularia* Lam., *Phyllacanthus imperialis* Lam., Ostindien.

Fam. *Echinidae*, Seeigel. Die Poren in Querreihen gruppirt. Mit runder, meist dünner Schale, breiten Ambulacralfedern, Tuberkeln auf denselben und meist kurzen pfriemenförmigen Stacheln, mit Mundkiemen. *Arbacia aequituberculata* Blainv., Mittelmeer und

Adria. *Diadema longispinus* Phil., Sicilien. *Echinus melo* Lam., *Toxopneustes variegatus* Lam., *Strongylocentrotus lividus* Brit. = *saxatilis* Lin., Mittelmeer.

Fam. *Echinometridae,* Querigel. Mit länglich-ovaler Schale, undurchbohrten Tuberkeln und Mundkiemen. *Echinometra oblonga* Blainv., *Podophora atrata* Brdt., *Acrocladia trigonaria* Ag. Südsee.

2. Ordnung. **Clypeastridea, Schildigel.**

Irreguläre Seeigel von schildförmiger Gestalt, mit centralem Mund und Kauapparat, excentrischem After, sehr breiten Ambulacren, fünfblätteriger Ambulacralrosette um den Scheitelpol und sehr kleinen Saugfüsschen. Fünf Genitalporen in der Umgebung der Madreporenplatte.

Fam. *Clypeastridae.* Der Scheibenrand ohne Einschnitte. *Clypeaster rosaceus* Lam. (Fig. 279). *Echinocyamus pusillus* O. Fr. Müll., Mittelmeer.

Fam. *Scutellidae.* Flache Schildigel mit häufig gelappter oder durchbrochener Schale und Porenstrassen für die Ambulacralfüsschen. *Lobophora bifora* Ag., *Rotula Rumphii* Klein, Afrika.

3. Ordnung. **Spatangidea, Herzigel.**

Irreguläre Seeigel von mehr oder minder herzförmiger Gestalt, mit excentrischem Mund und After, ohne Zähne und Kauapparat, meist mit vierblätteriger Ambulacralrosette und Genitalplatten.

In der Regel sind Semiten vorhanden, und vier Genitalporen, deren Zahl indess auch auf drei und zwei sinken kann.

Fam. *Spatangidae. Echinocardium mediterraneum* Gray, Mittelmeer. *Spatangus purpureus* O. Fr. Müll., Mittelmeer. *Schizaster canaliferus* Ag., Adria (Fig. 311). *Brissopsis lyrifera* Forb., *Brissus* Klein.

IV. Classe. **Holothurioidea**[1]**, Holothurien, Seewalzen.**

Wurmförmig gestreckte Echinodermen mit lederartiger Körperbedeckung, mit einem Kranz meist retractiler Tentakeln in der Umgebung des Mundes und terminaler Afteröffnung.

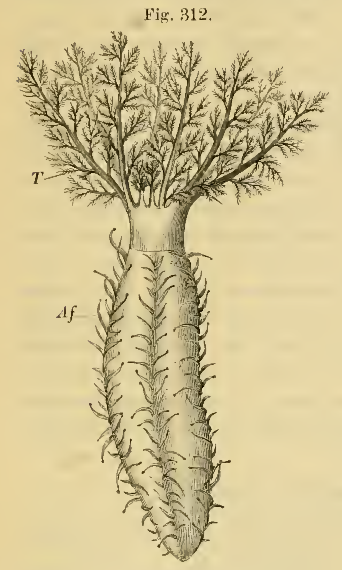
Die *Holothurien* erinnern durch ihre walzenförmige, langgestreckte Körperform und die mehrfach ausgesprochene bilaterale Symmetrie an Würmer und besitzen insbesondere mit manchen *Gephyreen* eine so auffallende äussere Aehnlichkeit, dass sie früher mit denselben in eine gemeinsame Gruppe zusammengestellt werden konnten. Die Körperbedeckung bildet niemals eine feste verkalkte Schale, sondern bleibt stets weich und lederartig, indem sich die Verkalkung auf die Ablagerung zerstreuter Kalkkörper von bestimmter

[1]) G. J. Jaeger, De Holothuriis. Dissert. inaug. Turici 1833. J. F. Brandt, Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio in orbis terrarum circumnavigatione observatorum, Fasc. I. Petropoli 1835. J. Müller, Ueber Synapta digitata und über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852. A. Baur, Beiträge zur Naturgeschichte der Synapta digitata. Dresden 1864. C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen, Tom. I. Leipzig 1868. Semon, Die Entwicklungsgeschichte der Synapta digitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen. Jen. naturw. Zeitschrift. Tom. XV, 1888. Vergl. ferner die Schriften von Marenzeller, Ludwig, Théel, Danielssen und Koren etc.

Form beschränkt. Selten *(Curieria)* treten Schuppen in der Rückenhaut auf, welche sich dachziegelförmig decken und sogar in stachelartige Anhänge übergehen können *(Echinocucumis)*.

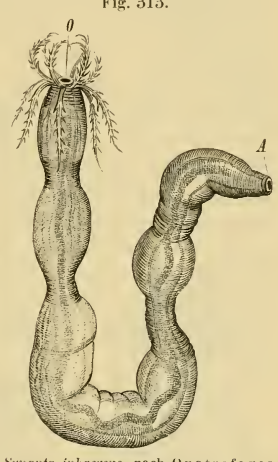
Die bilaterale Symmetrie bildet sich nicht nur in Folge einiger unpaarer Organe, sondern namentlich durch den oft sehr scharf ausgesprochenen Gegensatz von Bauch- und Rückenfläche aus. Bei *Cucumaria* stehen (Fig. 312) die Ambulacralfüsschen gleichmässig in den fünf meridionalen Reihen vom Mundpole bis zum Afterpole, in anderen Fällen sind dieselben vorzugsweise oder ausschliesslich auf die drei Strahlen des sogenannten *Triviums* beschränkt. Dann bewegt sich die Holothurie auf einer mehr oder minder söhligen Bauchfläche.

Fig. 312.



Cucumaria mit ausgestreckten, dendritisch verästelten Tentakeln *(T)*. *Af* Ambulacralfüsschen.

Fig. 313.



Synapta inhaerens, nach Quatrefages. *O* Mund, *A* After. Der Darm schimmert durch die Haut hindurch.

Auch können die Füsschen gleichmässig über die Oberfläche der Haut besonders an der Bauchfläche ausgebreitet sein. Dieselben sind meist cylindrisch und enden mit einer Saugscheibe, in anderen Fällen sind sie konisch und entbehren der Saugscheibe. Die Tentakeln, welche ebenfalls mit dem Ambulacralgefässsystem in Verbindung stehen und eigenthümlich modificirte Ambulacralanhänge darstellen, sind fiederartig getheilt, selbst dendritisch verzweigt *(Dendrochiroten)*, oder schildförmig *(Aspidochiroten)*, d. h. mit einer oft mehrfach getheilten Scheibe versehen. In einzelnen Gattungen *(Synapta)* fallen die Füsschen ganz hinweg, und die Tentakeln bleiben die einzigen Anhänge des Ambulacralsystems (Fig. 313). Für die Bewegung kommt stets der sehr entwickelte Hautmuskelschlauch in Betracht, dessen Längsbündel sich an dem Kalkringe im Umkreise des Schlundes befestigen.

Für das System der Wassergefässe kann es als charakteristisch gelten, dass der in der Regel einfache Steincanal frei in der Leibeshöhle mit einem der Madreporenplatte vergleichbaren Kalkgerüst endet. Als *Respirationsorgane* werden die baumförmig verästelten Wasserlungen am Endstücke des Darmes gedeutet; als *Excretionsorgane* gelten drüsige Anhänge (Cuvier'sche Organe), welche ebenfalls in das Rectum einmünden, übrigens auch wie die Wasserlungen fehlen können. Die Geschlechtsorgane bilden ein Bündel verästelter Röhren, deren Ausführungsgang sich in der Nähe des Mundes auf der Rückenfläche öffnet. Die Gattung *Synapta* ist hermaphroditisch. Die Entwicklung erfolgt bei vielen Holothurien (wie z. B. bei *Holothuria tremula* nach Koren und Danielssen) direct; da, wo dieselbe auf einer complicirten Metamorphose beruht, besitzen die Larven die Auriculariaform und treten in ein tonnenförmiges Puppenstadium ein.

Die Holothurien leben auf dem Meeresboden meist an seichten Stellen in der Nähe der Küste, wo sie sich langsam kriechend fortbewegen. Die fusslosen Synaptiden bohren sich in den Sand ein. Ihre Nahrung besteht aus kleineren Seethieren und wird bei den *Dendrochiroten* mit Hilfe der baumförmig verzweigten Tentakeln in den Mund gebracht. Die *Aspidochiroten* füllen ihren Darm mit Meeressand, den sie mittelst des Stromes der Wasserlungen aus dem terminalen After wieder ausspritzen. Es gibt auch Tiefseeholothurien, welche der Wasserlungen, sowie der Fühlerampullen und Rückziehmuskeln des Schlundes entbehren *(Elasipoda, Elpidia glacialis* F. Théel). Merkwürdigerweise stossen namentlich die Aspidochiroten leicht den hinter dem Gefässringe abreissenden Darmcanal aus, vermögen denselben aber wieder zu ersetzen. Die *Synapten* brechen ihren Körper leicht in mehrere Theilstücke.

1. Ordnung. **Pedata, eigentliche Seewalzen.**

Mit zahlreichen Saugfüsschen, welche bald regelmässig in den Meridianen liegen, bald über die ganze Fläche sich ausbreiten.

Fam. *Aspidochirotae.* Mit schildförmigen Tentakeln. *Stichopus regalis* Cuv., Mittelmeer. *Holothuria* L. Mit zerstreuten Saugfüsschen, von denen die der Rückenfläche konisch sind und der Haftscheibe entbehren. *H. tubulosa* Gmel, Adria und Mittelmeer. *H. edulis* Less., Trepang, in den ostindischen Meeren, essbar.

Fam. *Dendrochirotae.* Mit baumförmig verästelten Tentakeln. *Thyone fusus* O. Fr. Müll., Mittelmeer. *Phyllophorus urna* Gr. *Cucumaria* Blainv. Mit regelmässigen Füsschenreihen (Fig. 312). *C. cucumis* Risso, Adria und Mittelmeer. *C. frondosa* Gr., *Psolus* Oken. Füsschen auf die söhlige Bauchfläche des Triviums beschränkt. *Ps. phantapus* Gr.

2. Ordnung. **Apoda, fusslose Seewalzen.**

Ohne Saugfüsschen, in der Regel auch ohne Wasserlungen, mit meist getheilten oder gefiederten Tentakeln, hermaphroditisch.

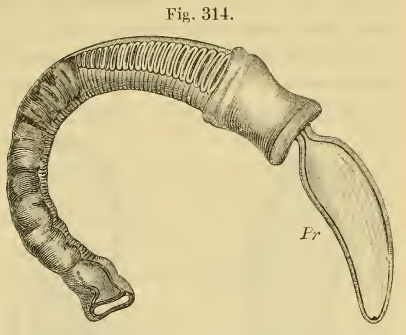
Fam. *Synaptidae,* Haftwalzen. In der Haut liegen Kalkrädchen oder hervorstehende, auf Kalkplättchen befestigte Anker. *Synapta digitata* Mntg. Beherbergt in ihrem Leibe nach der Entdeckung von J. Müller parasitische Schläuche mit Samenfäden und Eiern,

welche letztere sich in kleine gehäusetragende Schnecken *(Entoconcha mirabilis)* umbilden. *S. inhaerens* O. Fr. Müll. (Fig. 313). *Chirodota* Esch. Haut mit Reihen kleiner Wärzchen besetzt, welche Kalkrädchen tragen. Lungen besitzt die Gattung *Molpadia* Cuv.

Enteropneusta. [1])

Als Repräsentant einer mit den Echinodermen verwandten, meist zu den Würmern gestellten Thierclasse, *Enteropneusta* Gegenb., ist die merkwürdige, durch die Kiemenathmung an die Tunicaten erinnernde Gattung *Balanoglossus* hier anzuschliessen. Von Delle Chiaje entdeckt, wurde diese interessante Thierform von Kowalevski, El. Metschnikoff, Al. Agassiz, Spengel u. A. auf ihre Organisation und Entwicklung erforscht (Fig. 314).

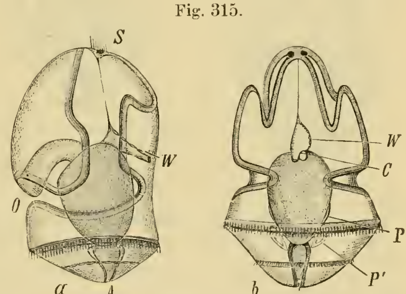
Fig. 314.



Junger *Belanoglossus*, stark vergrössert, nach A. Agassiz. *Pr* Rüssel (Proboscis). Man sieht die zahlreichen Kiemenspalten.

Vor Allem sind es die Larven, welche die verwandtschaftliche Beziehung zu den Echinodermen wahrscheinlich machen. Die als *Tornaria* beschriebene Balanoglossuslarve war von J. Müller geradezu als Echinodermenlarve betrachtet. Wie die *Bipinnaria* besitzt dieselbe zwei Wimperschnüre, von denen die eine präoral den Mundschild einsäumt, die andere grössere, mehr longitudinal verlaufende mit jener am Scheitel fast zusammentrifft. Dazu kommt noch ein präanaler, quergestellter Wimperkranz (Fig. 315 *a*, *b*). Im Innern bildet sich ein Divertikel des Darmes zu einem selbstständigen, das Wassergefässsystem bildenden Säckchen aus, während zwei Paar Divertikel die Peritonealanlage liefern. Auch ein pulsirendes Herz ist vorhanden und soll von einer Verdickung des Ectoderms aus entstanden sein. Dasselbe senkt sich in eine Vertiefung der Wassergefäss-

Fig. 315.



*Tornaria*larve, nach E. Metschnikoff. *a* von der Seite, *b* von der Fläche. *O* Mund, *A* After, *S* Scheitel, *W* Wassergefässanlage, *C* Herz, *P*, *P'* Peritonealsäckchen.

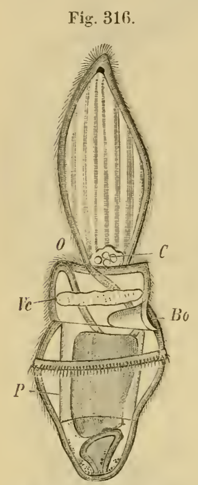
[1]) A. Kowalevski, Anatomie des *Balanoglossus* Delle Chiaje. Mémoires de l'Acad. impér. des sciences de St.-Pétersbourg. Tom. X, No. 3, 1866. Al. Agassiz, The history of Balanoglossus und Tornaria. Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences, Vol. IX, 1873. E. Metschnikoff, Zeitschr. für wissensch. Zool., Tom. XX, 1870. Spengel, Die Enteropneusten des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. XVIII.

blase ein. Am Scheitel hat sich eine Ectodermverdickung gebildet, an welcher zwei Augenflecken liegen.

Die Verwandlung der Larve zum *Balanoglossus* vollzieht sich unter Rückbildung der Wimperschnur, der präorale Theil des Larvenkörpers wird zum Rüssel, der orale Abschnitt zum Segment des Halskragens und der nachfolgende gestreckte Theil mit dem noch vorhandenen Wimperkranz zum Rumpf. Am vorderen Darmabschnitt kommen paarweise Kiemenöffnungen zum Durchbruch (Fig. 316 und 317).

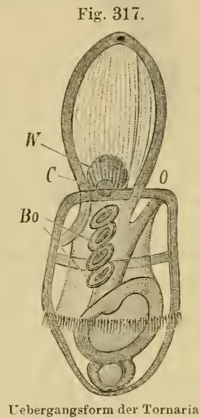
Der wurmförmige, auf seiner ganzen Oberfläche bewimperte Leib des erwachsenen Thieres zerfällt in eine Anzahl schon der äusseren Erscheinung nach differenter Abschnitte. Das vordere Körperende wird durch einen kopfähnlich vorstehenden, scharf abgesetzten *Rüssel* bezeichnet, auf welchen ein muskulöser Kragen folgt. Hinter demselben beginnt ein langer Leibesabschnitt, die *Kiemenregion*, mit einer inneren, deutlich geringelten Partie (Kiemen) und zwei lappigen, gewöhnlich mit gelben Drüsen erfüllten Seitentheilen. An der Grenze zwischen jener und den Seitenlappen finden sich auf jeder Seite Reihen von Oeffnungen zum Abflusse des Wassers aus dem Kiemenraume. Dann folgt ein dritter Leibesabschnitt, die *Magenregion*, auf dessen oberer Seite vier Reihen von gelben Drüsen (Geschlechtsdrüsen) liegen. Zwischen denselben erheben sich braungrüne Ausstülpungen (Leberanhänge des Darmes), die nach hinten zu, wo die gelben Drüsen verschwinden, immer stärker und dichter gedrängt werden. Endlich folgt ein deutlich geringelter *Schwanzabschnitt* mit der Afteröffnung am äussersten Ende.

Fig. 316.



Uebergangsform der *Tornaria* in *Balanoglossus*, in seitlicher Lage, mit einem Paare von Kiemenspalten, nach E. Metschnikoff. *Bo* Aeussere Kiemenöffnung, *P* Peritonealsack. *Vc* Ringgefäss.

Fig. 317.



Uebergangsform der Tornaria in *Balanoglossus*, mit vier Paaren von Kiemenspalten, nach Al. Agassiz.

Der überaus contractile Rüssel dient zur Fortbewegung des Leibes. Von dem im Schlamme eingegrabenen Thiere nach aussen hervorgestreckt, soll derselbe durch eine endständige (neuerdings bestrittene) Oeffnung Wasser einziehen. Die Mundöffnung liegt hinter dem Vorderrande des sogenannten Kragens und führt in eine Mundhöhle, deren Wandung eine grosse Menge einzelliger Schleimdrüsen enthält. Der nun folgende Anfangstheil des Darmcanals ist Träger des Kiemenkorbes und erscheint durch zwei seitliche Längs-

falten fast 8-förmig getheilt. Der Darm liegt nicht frei in der Leibeshöhle, sondern mit Ausnahme des Schwanztheiles durch Bindegewebe an die Körperwand befestigt, überall aber an den beiden Medianlinien sehr innig angeheftet. Unter diesen Linien, welche die beiden Hauptgefässstämme nach aussen durchschimmern lassen, durchziehen den Darm in der ganzen Länge des Thieres zwei mit starken Cilien besetzte Flimmerfurchen. In einiger Entfernung hinter dem Kiementheil beginnen an der oberen Seite des Darmes eigenthümliche Zellwucherungen aufzutreten, die sich allmälig zu sackförmigen, an der Innenwand flimmernden Ausstülpungen (Leberanhängen) gestalten.

Der unmittelbar über dem Eingangsabschnitt in den Darm angebrachte Kiemenkorb springt am abgeplatteten Vorderleib in Form eines quergeringelten Längswulstes vor und erhält als Gestell ein System von Chitinplatten, welche durch Querstäbe in eigenthümlicher Weise verbunden sind. Das durch die Mundöffnung aufgenommene Wasser tritt durch besondere Oeffnungen, durch welche der vordere Darmabschnitt mit den einzelnen Kiemenabtheilungen communicirt, in die flimmernden Kiemenräume, um durch die beiden Reihen der bereits erwähnten Seitenporen auf der Rückenfläche des Kiemenabschnittes wieder abzufliessen.

Das Gefässsystem besteht aus zwei in den Medianlinien eingelagerten Längsstämmen, welche zahlreiche Queräste an die Körper- und Darmwandungen abgeben, und zwei sich zwischen jene einschaltenden Seitengefässen. Die Kiemen erhalten ihre reichen Gefässverzweigungen ausschliesslich aus dem unteren Stamme. Der obere Stamm, in welchem sich das Blut von hinten nach vorne bewegt, zerfällt am hinteren Ende der Kiemen in vier Aeste, von denen zwei seitliche zu den Seitentheilen des Vorderkörpers treten.

Als Nervencentren wurden neuerdings Faserstränge gedeutet, welche in der dorsalen und ventralen Medianlinie des Rumpfes unmittelbar unter der Epidermis verlaufen und in ein Netz feiner Fäden ausstrahlen. Am hinteren Rande des Kragens sollen die Stränge ringförmig verbunden sein.

Die Geschlechtsorgane erstrecken sich am Kiementheile nur in einfacher, dahinter aber in doppelter Reihe und erreichen zur Brunstzeit eine ausserordentliche Entwicklung. Männchen und Weibchen sind zur Brunstzeit leicht an der verschiedenen Färbung der Geschlechtscontenta zu unterscheiden. Die Eier liegen einzeln in einer mit Kernen versehenen, sonst homogenen Kapsel und werden möglicherweise wie die der Nemertinen in Schnüren abgelegt.

Die Thiere leben in feinem Sande, füllen ihren Darm mit Sand und bewegen sich, indem der Rüssel bei abwechselnder Verlängerung und Verkürzung den übrigen Körper nachschleppt. *Balanoglossus (Ptychodera) clavigerus* Delle Ch. und *B. minutus* Kow.) wurden im Golfe von Neapel gefunden. Eine dritte nordische Balanoglossusart wurde als *B. Kupfferi* beschrieben.

In jüngster Zeit sind noch weitere Arten entdeckt worden und die Gattung *Balanoglossus* in mehrere Gattungen aufgelöst worden.

IV. Thierkreis.

Vermes. Würmer.

Bilateralthiere mit ungegliedertem oder gleichartig (homonom) segmentirtem Körper, ohne gegliederte Segmentanhänge (Gliedmassen), mit einem Hautmuskelschlauch und paarigen Excretionscanälen (Wassergefässsystem).

Seit Jahrzehnten beschränkt man den Kreis der Würmer, unter denen Linné auch die Mollusken, Stachelhäuter, Zoophyten und Infusorien vereinigte, auf diejenigen wirbellosen Bilateralthiere, welche in der gestreckten, seitlich symmetrischen Körperform übereinstimmen und gegliederter Extremitäten entbehren. Freilich handelt es sich um so mannigfach organisirte, verschieden gestaltete Formen, dass man wiederholt vorgeschlagen hat, den Thierkreis in mehrere aufzulösen und wenigstens zwei Kreise als ungegliederte Würmer *(Scoleciden)* und als Gliederwürmer *(Anneliden)* zu unterscheiden. Es würde das eine Rückkehr zu Lamarck sein, welcher Ende des vorigen Jahrhunderts neben der Classe der *Anneliden*, den Hauptinhalt der *Scoleciden* in der Classe seiner *Würmer* zusammenfasst.

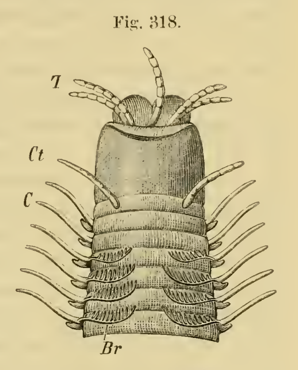
Die Form des weichen, auf den Aufenthalt in feuchten Medien angewiesenen Leibes ist meist gestreckt, platt oder cylindrisch, bald ohne jegliche Ringelung, bald geringelt, bald in Segmente *(Metameren)* gegliedert. Ueberall ist eine Bauch- und Rückenfläche zu unterscheiden. Auf der ersteren bewegt sich das Thier in der Regel oder heftet sich auch mittelst Saugscheiben derselben an fremde Gegenstände an; hier findet sich auch gewöhnlich die Mundöffnung, und zwar meist an dem bei der Bewegung nach vorne gekehrten Ende. Der Gegensatz des platten, mehr verkürzten und des cylindrischen, langgestreckten Leibes erscheint besonders für die nicht segmentirten Würmer (*Vermes* s. str.) von Bedeutung, so dass man, auf denselben gestützt, die Classen derselben als *Platyhelminthes* oder Plattwürmer und *Nemathelminthes* oder Rundwürmer unterschieden hat. Andere haben die *Plattwürmer* als besonderen Thierkreis abgetrennt, oder sich für eine Auflösung in eine grössere Zahl von Kreisen ausgesprochen oder umgekehrt die *Anneliden* mit den *Arthropoden* und *Mollusken* in einen Thierkreis zusammengezogen. Indessen haben alle diese Versuche zu keiner natürlicheren Gruppenbildung geführt, so dass es zur Zeit vorzuziehen ist, die bisherige, wenn auch als unzureichend erkannte Zusammenstellung als die relativ beste aufrecht zu erhalten.

Die segmentirten Würmer oder Gliederwürmer *(Annelides)* besitzen ausser dem Gehirn eine Bauchganglienkette und eine der äusseren Gliederung mehr oder minder entsprechende Segmentirung der übrigen Organe. Die ursprünglich gleichartigen Leibesstücke, welche als Metameren oder Segmente erscheinen, bleiben keineswegs immer durchaus homonom; bei den höchst entwickelten Gliederwürmern vereinigen sich die beiden vorderen Segmente zur Herstellung eines Körperabschnittes, welcher den Kopf der Arthropoden

vorbereitet und wie dieser von der Mundöffnung durchbrochen ist, sowie das Gehirn umschliesst und die Sinnesorgane trägt (Fig. 318); aber auch in der Gestaltung der nachfolgenden Metameren machen sich häufig gar mancherlei Abweichungen von der Homonomität geltend.

Die Haut der Würmer zeigt sehr verschiedene Stufen der Erhärtung und bedeckt einen mächtig entwickelten Muskelschlauch. An der Haut unterscheidet man eine als Matrix fungirende Zellenlage *(Hypodermis)* oder wenigstens eine mit Kernen durchsetzte Protoplasmaschicht und eine oberflächliche homogene Cuticularschicht, welche als äussere, von jener ausgeschiedene Lage bei den niederen Würmern äusserst zart und dünn bleibt. Wimperhaare sind vornehmlich in den Larvenzuständen des *Platyhelminthen* und *Anneliden* verbreitet. Da, wo die Bewimperung fehlt, besteht die oberflächliche, zuweilen in Form von Höckern oder Stacheln erhobene Cuticularmembran aus einer dem Chitin der Arthropodenhaut verwandten Substanz und kann wie diese mancherlei Cuticulargebilde, wie Haare und Borsten, Haken und Klammerwaffen tragen. Bei zahlreichen *Nemathelminthen,* sowie gegliederten Würmern wird die derbe Cuticula zu einer Art von Hautskelet, welches den Contractionen des Hautmuskelschlauches entgegenwirkt. Bei den *Chaetopoden* unter den Anneliden, aber auch bei den innerer Metameren entbehrenden *Rotiferen* gliedert sich das derbe Integument in eine Anzahl hintereinander liegender Abschnitte, welche wie die Segmente des Arthropodenleibes durch zarte Hautstreifen verbunden sind und in diesen durch die in entsprechende Abschnitte gesonderte Hautmuskulatur bewegt und verschoben werden können. Doch sind diese Hautabschnitte bei den Rotiferen keine wahren Segmente, da eine Gliederung der inneren Organe fehlt.

Fig. 318.



Kopf und vordere Leibessegmente einer *Eunice*, vom Rücken aus gesehen. *T* Tentakeln oder Fühler des Stirnlappens, *Ct* Cirri tentaculares, *C* Cirri an den Parapodien, *Br* Kiemenanhänge der Parapodien.

In grosser Verbreitung kommen in der Haut Drüsen vor, welche als einzellige oder aus Zellencomplexen gebildete Schläuche bald unmittelbar unter der Epidermis liegen, bald in die tieferen Körpergewebe hineinrücken.

Das unter der Hypodermis gelagerte Gewebe, welches man auch als Unterhaut bezeichnen kann, wird überall durch Aufnahme von Längsmuskeln, beziehungsweise auch zugleich von Ringmuskeln zu einem *Hautmuskelschlauch,* dem wichtigsten Bewegungsorgan des Wurmleibes. Bei der Bedeutung, welche der Hautmuskelschlauch für die Fortbewegung des Wurmleibes besitzt, wird man den besonderen Gestaltungsformen desselben auch einen gewissen systematischen Werth einzuräumen haben. Am complicirtesten ist die Schichtung

und der Verlauf der Hautmuskeln bei den *Plattwürmern* und unter den Anneliden bei den *Hirudineen,* indem hier die in eine bindegewebige Grundmasse eingelagerten Ring- und Längsmuskelschichten von dorsoventral verlaufenden Muskelfasern (zuweilen auch noch von schräg gekreuzten) durchsetzt werden. Dazu können überall noch Gruppen von Muskelfasern hinzukommen, welche zur Befestigung von inneren Organen an dem Integumente dienen. Auf besondere Differenzirungen des Hautmuskelschlauches sind die bei parasitischen Würmern so häufig vorkommenden Saugnäpfe, sowie die mit Borsten besetzten Gruben und Fussstummel *(Parapodien)* der Chaetopoden zurückzuführen. Vornehmlich entwickeln sich diese Hilfsorgane der Bewegung an der Bauchfläche, die Saugnäpfe mit ihren accessorischen Klammerwaffen in der Nähe der beiden Körperenden oder auch wohl in der Mitte des Leibes, die Fussstummel aber in der ganzen Körperlänge paarig auf die einzelnen Leibesringe vertheilt, und zwar sowohl der Bauchseite als der Rückenseite angehörig, so dass jedes Segment ein bauchständiges und ein rückenständiges Paar von Fussstummeln trägt.

Die innere Organisation der Würmer gestaltet sich ausserordentlich verschieden. Bei denjenigen Platt- und Rundwürmern, welche im Darme höherer Thiere leben, wie bei den *Bandwürmern* und *Acanthocephalen,* kann der gesammte Verdauungsapparat nebst Mund und After (in Folge von Rückbildung) fehlen und die Ernährung endosmotisch durch die Körperbedeckung erfolgen. Bei vorhandenem Darmcanal liegt die Mundöffnung meist bauchständig am vorderen Körperende, während die Afteröffnung am hinteren Körperende oder rückenständig in der Nähe derselben zu suchen ist. Im Allgemeinen verhält sich der Darm einfach und ist nur ausnahmsweise in zahlreiche, den besonderen Functionen entsprechende Abschnitte gegliedert. Man unterscheidet meist einen muskulösen Schlund, einen mächtig entwickelten Magendarm und einen kurzen, im After ausmündenden Enddarm.

Das *Nervensystem* erscheint in einfachster Form als ein unpaares oder durch Auseinanderweichen seiner Seitenhälften paarig gewordenes Ganglion (Fig. 103) in der Nähe des vorderen Körperpoles über dem Schlunde und wird genetisch auf die Scheitelplatte der Lovén'schen Chaetopodenlarve zu beziehen sein. Seltener tritt dasselbe als ein den Munddarm umgürtender, mit Gruppen von Ganglienzellen verbundener Nervenring *(Nematoden)* entgegen. Die von dem Ganglion austretenden Nerven vertheilen sich symmetrisch nach vorne und den Seiten, versorgen die Sinnesorgane und bilden zwei seitliche, nach hinten verlaufende stärkere Nervenstämme. Auf einer höheren Stufe treten zwei umfangreichere Ganglien auf, welche durch eine untere und obere Querbrücke verbunden sind (*Nemertinen*). Bei den *Anneliden* mit rückgebildeten Metameren, den *Gephyreen,* kommt zu dem oberen Schlundganglion, dem Gehirn noch ein durch einen Schlundring mit jenem verbundener Bauchstrang hinzu, welcher bei den übrigen *Anneliden* in eine Reihe von Ganglienpaaren — im Allgemeinen der Segmentirung parallel — gegliedert ist. Indem die vom Gehirn ausgehenden

Nervenstämme mit ihren durch Quercommissuren verbundenen Ganglienpaaren unterhalb des Darmes der Medianlinie genähert verlaufen, bilden sie eine mit dem Gehirne durch eine Schlundcommissur zusammenhängende Bauchganglienkette, die sich bis an das Ende des Körpers fortsetzt und während ihres Verlaufes rechts und links Nervenpaare absendet. Von Sinnesorganen kennt man *Augen, Gehörwerkzeuge* und *Tastorgane.* Die letzteren knüpfen an Nervenausbreitungen und besondere Anhänge des Integuments an (Tastborsten) und finden sich schon bei Eingeweidewürmern als mit Nerven in Verbindung stehende Papillen der äusseren Haut. Bei den freilebenden Würmern sind dieselben häufig fadenförmige, fühlerartige Anhänge (Cirren) am Kopf und an den Segmenten. *Gehörbläschen* finden sich minder häufig und liegen entweder dem Gehirne an (einige *Turbellarien* und *Nemertinen),* oder in paariger Anordnung am Schlundringe (einige *Anneliden*). Die Sehwerkzeuge sind entweder einfache, mit Nerven zusammenhängende Pigmentflecken, *Augenflecken,* oder es kommen noch lichtbrechende Körper hinzu, und das Auge wird zur Bildperception befähigt. Vermuthungsweise hat man die Wimpergruben der *Nemertinen* für Geruchsorgane ausgegeben; auch die becherförmigen Organe der Blutegel und Gephyreen sind Sinneswerkzeuge, in denen eigenthümlich modificirte Nervenenden (Kolbenzellen) nachgewiesen wurden.

Ein *Blutgefässsystem* fehlt den *Nemathelminthen, Rotiferen* und *Platyhelminthen,* mit Ausnahme der *Nemertinen.* In diesen Fällen tritt der Nahrungssaft endosmotisch in das Körperparenchym, beziehungsweise in die Leibeshöhle und durchtränkt die Gewebe als heller, zuweilen selbst zellige Elemente enthaltender Chylus. Bei den *Nemertinen* ist ein Gefässsystem vorhanden, ebenso bei den *Gephyreen* und *Anneliden.* Bei den letzteren erlangt dasselbe die höchste Ausbildung und kann sich zu einem vollständig geschlossenen, mit pulsirenden Stämmen versehenen Systeme von Gefässen ausbilden. Fast überall unterscheiden wir einen contractilen rückenständigen und einen bauchständigen Längsstamm, welche in den einzelnen Segmenten durch bogenförmige, zuweilen ebenfalls pulsirende Querschlingen verbunden sind. Da, wo ein Gefässsystem vorhanden ist, erscheint das Blut keineswegs immer, wie die Leibesflüssigkeit, hell und farblos, sondern besitzt zuweilen eine gelbliche und grünliche, häufiger eine röthliche Färbung, die sogar in einzelnen Fällen an die Blutzellen gebunden ist.

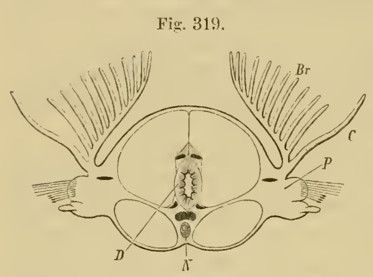
Zur *Respiration* dient meist noch die gesammte äussere Körperbedeckung; unter den *Anneliden* aber finden sich bereits bei den grösseren marinen Borstenwürmern fadenförmige oder büschelförmige oder verästelte Kiemen, meist als Anhänge der Extremitätenstummel (Fig. 319). Auch den Tentakeln der *Gephyreen* wird man eine respiratorische Bedeutung beilegen können.

Als *Excretionsorgan* fungirt das sogenannte *Wassergefässsystem,* ein System von symmetrisch verlaufenden feineren und gröberen Canälen, welche mit einer wässerigen Flüssigkeit gefüllt sind, auch Körnchen in derselben

suspendirt enthalten und durch eine oder mehrere Oeffnungen nach aussen führen. Entweder beginnen die Canäle mit feinen Wimperkölbchen in den Geweben des Körpers oder trichterförmig mit freier Mündung in der Leibeshöhle. Im letzteren Falle vermögen sie auch andere Leistungen, wie die der Ausfuhr der Geschlechtsproducte aus der Leibeshöhle, mit zu übernehmen. Bei den segmentirten Würmern wiederholen sie sich als *Schleifencanäle* oder *Segmentalorgane* paarig in den einzelnen Leibessegmenten. Abweichend verhalten sich die beiden in den Seitenfeldern eingebetteten Seitencanäle der *Nematoden*, welche mit einem gemeinsamen Porus excretorius in der Gegend des Pharynx ausmünden.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung findet sich die ungeschlechtliche Vermehrung durch Knospung und Theilung besonders bei den vereinfachten darmlosen Formen weit verbreitet, beschränkt sich hier aber häufig auf jugendliche, von den geschlechtsreifen Thieren durch Form und Aufenthaltsort abweichende Entwicklungsphasen. Fast sämmtliche *Plattwürmer* und zahlreiche *Anneliden* sind Hermaphroditen, die *Nemathelminthen*, *Gephyreen* und *Rotiferen*, sowie von den *Anneliden* die *Kiemenwürmer* sind getrennten Geschlechts.

Fig. 319.



Durchschnitt durch ein Leibessegment von *Eunice*. *Br* Kiemenanhänge, *C* Cirri, *P* Parapodien mit dem Borstenbündel, *D* Darm, *N* Nervensystem.

Zahlreiche Würmer durchlaufen eine Metamorphose, deren Larvenzustände durch den Besitz eines präoralen Wimperkranzes (Lovén'sche Larve) und oft noch von mehreren Wimperreifen ausgezeichnet sind. Bei den Bandwürmern und Saugwürmern, die im Jugendzustande sehr häufig die Fähigkeit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung gewinnen, wird die Metamorphose zu einem mehr oder minder complicirten Generationswechsel (Heterogonie), für welchen der verschiedene Wohnort der beiden aus einander hervorgehenden Entwicklungsstadien, sowie der Wechsel parasitischer und frei beweglicher, wandernder Zustände bezeichnend ist.

Die Lebensstufe der Würmer ist im Anschluss an den Aufenthalt in feuchten Medien eine niedere zu nennen. Viele leben als Parasiten im Innern der Organe anderer Thiere *(Entozoen)*, seltener an der äusseren Körperoberfläche und nähren sich von Säften ihrer Wirthe, andere leben frei in feuchter Erde, im Schlamm, noch andere, und zwar die höchst organisirten Formen, im süssen und salzigen Wasser. Kein Wurm aber erhebt sich als wahres Landthier zum Aufenthalt in der Luft.

I. Classe. Platyhelminthes[1]) = Platodes, Plattwürmer.

Würmer von platter, mehr oder minder gestreckter Körperform, mit Gehirnganglion, oft mit Saugnäpfen und Haken bewaffnet, vorherrschend Zwitter.

Die in dieser Classe zusammengefassten Formenreihen, deren Organisation unter den Würmern am tiefsten steht, sind grossentheils *Entozoen* oder leben im Schlamme und unter Steinen im Wasser. Ihr Körper ist mehr oder minder abgeplattet und unsegmentirt, kann jedoch secundär durch quere Einschnürungen in eine Anzahl von aufeinander folgenden Abschnitten gegliedert sein, welche, als Theile eines einheitlichen Thieres, in hohem Grade zur Individualisirung hinneigen, häufig auch sogar zur Trennung und Selbstständigkeit gelangen. Diese Abschnitte stehen als Wachsthumsproducte in der Längsachse des Körpers vornehmlich in Beziehung zur Fortpflanzung und bedingen keineswegs, wie dies für die Segmentirung der Anneliden zutrifft, durch ihren einheitlichen Verband eine höhere Organisationsstufe. Mit Ausnahme der *Nemertinen* fehlt eine Leibeshöhle, sowie ein gesondertes Blutgefässsystem, und erinnert der Darm mit seinen Aussackungen und Anhängern in mehrfacher Hinsicht an den Gastrovascularapparat der Coelenteraten. Der Darmcanal kann jedoch auch vollständig fehlen *(Cestoden)*, oder, wenn vorhanden, einer besonderen Afteröffnung entbehren *(Trematoden, Turbellarien)*. Das Nervensystem ist meist ein dem Schlunde aufliegendes Doppelganglion, von welchem, ausser kleineren Nervenzweigen nach vorne und nach den Seiten, zwei hintere Nervenstämme abgehen. Bei vielen kommen einfache Augenflecken mit oder ohne lichtbrechende Körper vor, seltener ein Gehörbläschen. Blutgefässe und Respirationsorgane finden sich nur bei den *Nemertinen*. Ueberall ist das Wassergefässsystem entwickelt, dessen verzweigte Canälchen mit geschlossenen Wimperkölbchen (Nephridien) im Parenchyme verbreitet sind.

Mit Ausnahme der *Microstomeen* und *Nemertinen* herrscht Hermaphroditismus. Die weiblichen Geschlechtsdrüsen bestehen meist aus gesonderten Dotter- und Keimstöcken. Sehr häufig ist die Entwicklung eine complicirte, mit Generationswechsel (Heterogonie) verbundene Metamorphose.

Man hat für die Turbellarien und die von denselben abzuleitenden Trematoden und Cestoden eine Verwandtschaft mit den Rippenquallen zu erkennen geglaubt und auf Grund zweier bislang noch unzureichend erforschter Formen *(Coeloplana* und *Ctenoplana)* die Meinung ausgesprochen, dass die aborale Fläche des zweistrahligen Ctenophorenleibes dem Rücken und die orale der Bauchseite des bilateral gewordenen Platyhelminthen, in deren Mitte ursprünglich der Mund gelegen sei, entspreche. Diese Zurückführung ist jedoch zur Zeit noch höchst problematisch.

---

[1]) M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald 1851. L. Graff, Monographie der Turbellarien, I. Rhabdocoelidea. Leipzig 1882. A. Lang, Die Polycladen (Seeplanarien) des Golfes von Neapel. Leipzig 1884. R. Leuckart, Die Parasiten des Menschen. 2. Auflage. Leipzig 1879—1894.

1. Ordnung. **Turbellaria**[1]), **Strudelwürmer.**

Freilebende Plattwürmer von ovaler oder blattförmiger Körpergestalt, mit weicher, vom Wimperepithel bekleideter Haut, mit Mund und afterlosem Darm, mit paarigem Gehirnganglion und seitlichen Nervenstämmen.

Die Strudelwürmer besitzen meist eine ovale, plattgedrückte Körperform und erlangen eine nur geringe Grösse. Mit ihrem Aufenthalt im süssen oder salzigen Wasser, unter Steinen, im Schlamm und selbst in feuchter Erde steht die gleichmässige Bewimperung der Oberfläche im Zusammenhange. Nur ausnahmsweise treten Haftorgane, kleine Haken und saugnapfähnliche Bildungen auf. Die Haut besteht aus einer einfachen hohen Zellenlage oder aus einer feinkörnigen, von Kernen durchsetzten Schicht, welche eine geschichtete Basalmembran zur Unterlage hat und an der Oberfläche auf einer besonderen homogenen, einer Cuticula vergleichbaren Grenzschichte Wimpern trägt. Verbreitet ist das Vorkommen einzelliger Hautdrüsen. Den Raum zwischen Körperwand und Darm nimmt ein aus grosszelligem vacuolenreichem Bindegewebe gebildetes Parenchym ein. Als eigenthümliche, von Zellen erzeugte Einlagerungen der Haut treten stab- und spindelförmige Körperchen auf, welche ebenso wie die Nesselkapseln der Coelenteraten wahrscheinlich zur Vertheidigung und zum Beuteerwerb dienen. Bei den meisten Digonoporen, sowie bei den Monogonoporen liegen diese Zellen im Epithel selbst, bei den Rhabdocoelen sind sie in die Tiefe gerückt, stehen aber mit den Epithelzellen noch mittelst dünner Fortsätze, durch welche die Stäbchen nach aussen treten, in Verbindung. In der Oberhaut finden sich oft verschiedene Pigmente, sowie birnförmige Schleimdrüsen eingelagert. Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen von Chlorophyll enthaltenden Körpern, z. B. bei *Vortex viridis* (Symbiose). Unter der ansehnlichen, die Oberhaut stützenden Basalmembran breitet sich die Unterhaut aus, welche zwischen einer aus rundlichen Zellen gebildeten Bindesubstanz den mächtig entwickelten Hautmuskelschlauch birgt.

Das *Nervensystem* ist bereits vom Epithel abgerückt und besteht aus zwei durch eine Querbrücke verbundenen Ganglien, welche nach vorne und hinten Nerven und unter diesen zwei stärkere, nach hinten verlaufende Seitenstämme, sowie zwei dorsale und ventrale Nerven entsenden (Fig. 320). Zwischen denselben treten zarte Queranastomosen auf, so dass sich ein Netz

[1]) Ausser den älteren Schriften von Dugès, A. S. Oerstedt, De Quatrefages vergl. M. Schultze, Beiträge zur Naturgeschichte der Turbellarien. Greifswald 1851. P. Hallez, Contributions à l'histoire naturelle des Turbellariés. Lille 1879. E. Selenka, Zur Entwicklungsgeschichte der Seeplanarien. Leipzig 1881. L. v. Graff, Monographie der Turbellarien. Leipzig 1882. A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig 1882. A. Lang, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie des Nervensystems der Platyhelminthen. Mittheil. der zool. Station Neapel, Tom. I—III, 1879—1882. Derselbe, l. c. 1884. G. Delages, Études histologiques sur les Planaires Rhabdocoeles Acoeles. Archives de zool. expér. et génér. 2 Serie, Tom. IV, Paris 1886. L. v. Graff, Die Organisation der Turbellaria acoela. Leipzig 1891.

von Nervenfasern in oder unter der Muskulatur ausbreitet. Bei einzelnen Planariengruppen wurde auch eine ringförmige Doppelcommissur am Gehirn nachgewiesen *(Polycelis)*, bei anderen an den Seitenstämmen *(Sphyrocephalus, Polycladus)* ganglienähnliche Anschwellungen mit ausstrahlenden Nerven beobachtet. Bei den Rhabdocoelen verhält sich das Nervensystem einfacher, indem meist nur zwei ventrale Längsnerven vom Gehirne ausgehen.

Von *Sinnesorganen* sind bei den Strudelwürmern *Augen* ziemlich verbreitet, welche in paariger Anordnung entweder den Gehirnganglien aufliegen oder mit denselben durch kurze Nerven in Verbindung stehen. Häufiger finden sich zwei grössere Augen mit lichtbrechenden Einlagerungen. *Otolithenblasen* scheinen selten aufzutreten, z. B. unter den *Rhabdocoelen* bei *Monocelis* in einfacher Zahl, ebenfalls dem Ganglion aufliegend. Sicherlich ist die Haut der Sitz eines sehr entwickelten *Tastvermögens*, und es mögen für diese Function auch die zwischen den Cilien hervorstehenden grösseren Haare und steifen Borsten in Betracht kommen. Auch sind die bei marinen Strudelwürmern am Vorderkörper häufig vorhandenen Tentakeln als Tastorgane zu beurtheilen. Seltener *(Microstomeen, Prorhynchus, Bipalium)* kommen zwei seitliche Wimpergruben am Vorderende vor, welche wohl auch als specifische Spürorgane zu deuten sein möchten. (Vergl. die Nemertinen.)

Fig. 320.

Mesostomum Ehrenbergii mit Darm und Nervensystem, nach Graff. *G* die beiden Gehirnganglien mit zwei Augenflecken, *St* die seitlichen Nervenstämme, *D* Darm mit Mund und Schlund.

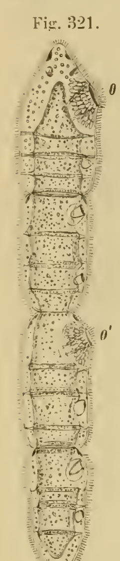
Mundöffnung und *Verdauungsapparat* werden niemals vermisst; die erstere rückt häufig vom vorderen Körperende auf die Bauchfläche nach der Mitte zu, ja über diese hinaus in die hintere Körperpartie. Der Magendarm wird in manchen Fällen *(Convoluta, Schizoprora)* durch ein aus einer centralen Zellmasse gebildetes weiches Innenparenchym vertreten *(Acoela)*. Die Mundöffnung führt in einen muskulösen Pharynx, der meist nach Art eines Rüssels vorgestreckt werden kann. Der an seiner Innenwand häufig flimmernde Darmcanal ist entweder gabelig getheilt und dann einfach oder verästelt *(Dendrocoelen)*, oder stabförmig *(Rhabdocoelen)*. Eine Afteröffnung fehlt. Selten kommt noch ein besonderer vorstülpbarer Rüssel ohne Zusammenhang mit dem Schlunde hinzu *(Prostomum)*.

Das *Wassergefässsystem* besteht aus zwei seitlichen Stämmen und zahlreichen verästelten Seitenzweigen, die mit geschlossenen Wimperkölbchen beginnen und hie und da frei in das Gefäss hineinragende, sich schlängelnde Wimpern tragen. Die capillardünnen Canälchen verlaufen vornehmlich im

Parenchym, aber auch zwischen den Muskeln und sind auf lineare Reihen durchbohrter Zellen zurückzuführen. Am blind geschlossenen Ende jedes Wimperkölbchens findet sich eine Excretionszelle, die den Verschluss bildet und schwingende, in das Lumen hineinragende Cilien trägt. Die Längsstämme münden entweder an der vorderen Leibeshälfte aus, oder es treten im Verlaufe derselben mehrere Oeffnungen auf *(Dendrocoelen)*.

Wie bei den Coelenteraten, so ist auch bei den Turbellarien das Regenerationsvermögen sehr ausgeprägt. Stücke des Leibes vermögen sich zu normalen Thieren zu ergänzen. Aus demselben ist vielleicht die ungeschlechtliche Fortpflanzung abzuleiten, welche wir beispielsweise bei *Derostomeen (Catenula)* und *Microstomeen* in einer Quertheilung nach vorausgegangenem Längenwachsthum und unter entsprechenden Neubildungen sich vollziehen sehen. Bei *Microstomum lineare* bildet sich im hintern Körpertheile zunächst zwischen Haut und Darm ein queres Doppelseptum, hinter welchem Neubildungen als Gehirn nebst Schlundring und Pharynx auftreten. Später schnürt sich der Leib und Darm zwischen den auseinanderrückenden Septen ringförmig ein. Bevor jedoch die Trennung beider Stücke erfolgt, bildet sich im hintern Abschnitt eines jeden derselben wiederum der Kopf eines neuen Thieres, so dass eine Kette von vier Individuen vorhanden ist, die durch fortgesetzte Wiederholung der gleichen Vorgänge zu einem Wurmstöckchen von 8, ja 16 Individuen wird, bevor die Trennung der letzteren erfolgt (Fig. 321).

Fig. 321.

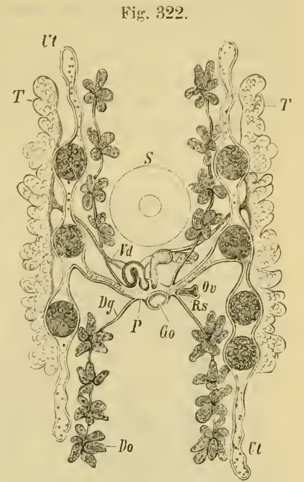


Microstomum lineare, nach Graff. Eine durch Theilung entstandene Kette. *O, O'* Mundöffnungen.

Mit Ausnahme der *Microstomeen* sind die Turbellarien Zwitter; indessen erscheint auch bei den Strudelwürmern der Gegensatz von Hermaphroditismus und Trennung des Geschlechts keineswegs ohne Vermittlung, da nach Metschnikoff bei *Prostomum lineare* bald die männlichen Geschlechtsorgane unter Verkümmerung der weiblichen, bald umgekehrt die weiblichen unter Verkümmerung der männlichen entwickelt sind. Auch bei *Acmostomum dioicum* sind die beiderlei Geschlechtsorgane auf verschiedene Individuen vertheilt. Bei den hermaphroditischen Formen bestehen die männlichen Geschlechtsorgane aus Hoden, welche meist als paarige Schläuche in den Seiten des Körpers liegen, oder auch in zahlreiche kugelige oder birnförmige Bläschen aufgelöst erscheinen, ferner aus Samenblase und einem ausstülpbaren, mit Widerhaken besetzten Begattungsorgan, die weiblichen aus Ovarium, Dotterstöcken, Samentasche (Receptaculum seminis), Vagina und Eierbehälter (Fig. 322). Das männliche Begattungsorgan und die Vagina münden meist durch eine gemeinsame Oeffnung auf der Bauchfläche, bei den marinen Polycladen jedoch getrennt. Der Dottersack fällt bei den Rhabdocoelen in seltenen

Fällen *(Macrostomum)*, bei den marinen Dendrocoelen allgemein hinweg. Nach der Befruchtung beginnt die Bildung einer harten, meist rothbraun gefärbten Schale in der Umgebung des Eies. In solchen Fällen werden hartschalige Eier abgelegt; indessen werden oft wie unter den Rhabdocoelen bei *Schizostomum* und einzelnen *Mesostomeen (M. Ehrenbergii)* auch durchsichtige Eier mit dünnen farblosen Hüllen gebildet, welche sich im mütterlichen Körper entwickeln. Nach A. Schneider soll die Production der zarthäutigen Eier oder *Sommereier* der Erzeugung der hartschaligen oder *Wintereier* stets vorausgehen und für die Sommereier der Winterthiere normal Selbstbefruchtung stattfinden. Hartschalige Eier z. B. von *Vertes* bei Mesostomum bleiben im ausgetrocknetem Schlamme entwicklungsfähig.

Fig. 322.



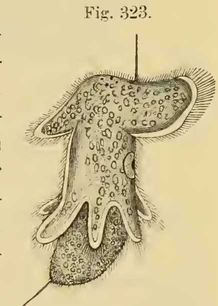
Geschlechtsapparat von *Mesostomum Ehrenbergii*, nach Graff und Schneider combinirt. *S* Schlund, *Go* Geschlechtsöffnung, *Ov* Ovarium, *Ut* Uterus mit Wintereiern, *Do* Dotterstöcke, *Dg* Dottergang. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *P* Penis, *Rs* Receptaculum seminis.

Die Turbellarien des süssen Wassers und auch marine Formen haben eine directe Entwicklung und sind im Jugendzustande von Infusorien oft schwer zu unterscheiden. Viele marine Dendrocoelen entwickeln sich jedoch durch Metamorphose.

Die Eier werden entweder in Cocons oder in breiten Bändern abgelegt.

Das Ei der hauptsächlich untersuchten marinen Dendrocoelen durchläuft eine inäquale Furchung, in deren Verlauf die den animalen Pol einnehmenden kleineren Zellen die unteren grösseren Zellen bis auf eine kleine Oeffnung (Stelle des definitiven Mundes) umwachsen. Erstere bilden das Ectoderm, welches auch den Schlund und das Gehirn liefert, letztere das Entoderm, aus dem der Mitteldarm hervorgeht. Das Mesoderm soll frühzeitig durch vier Zellen angelegt werden, welche ebensoviele später sich zu einer zusammenhängenden Schichte vereinigende Streifen erzeugen. Die ausschlüpfenden Larven sind durch den Besitz von sechs fingerförmigen Lappen ausgezeichnet (Fig. 323).

Fig. 323.



Larve von *Eurylepta auriculata*, nach Hallez.

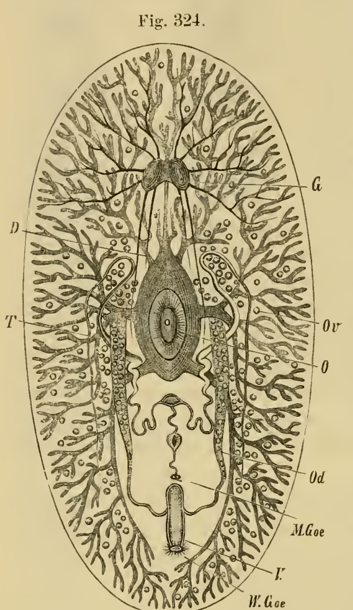
1. Unterordnung. *Rhabdocoela*, *rhabdocoele Strudelwürmer*. Von rundlicher, mehr oder minder platter Körperform, mit stabförmigem Darm, selten mit blindsackförmigen Ausstülpungen.

Die rhabdocoelen Strudelwürmer sind die kleinsten und am einfachsten organisirten Formen, deren Darm stabförmig gestreckt, nicht selten jedoch mit Seitenzweigen versehen ist. Die Lage der Mundöffnung wechselt ausserordentlich und ist als vornehmlicher Charakter

zur Bezeichnung der einzelnen Familien verwendet worden. Zuweilen münden Speicheldrüsen in den Schlundkopf ein. Bei manchen Formen *(Acoela)* kann jedoch der Darmcanal durch ein centrales verdauendes Parenchym ersetzt sein, welches aus vacuolenreichen, von Fetttröpfchen durchsetzten Zellen besteht *(Convoluta, Schizoprora)*. Die Rhabdocoelen leben von den Säften kleiner Würmer, Entomostraken- und Insectenlarven, die sie mit einem fadenziehenden, von Stäbchen durchsetzten Hautsecret umspinnen und nachher aussaugen. Die meisten sind Bewohner des süssen Wasser, nur wenige werden in der See oder auf dem Lande *(Geocentrophora sphyrocephala)* angetroffen.

Fam. *Opisthomidae.* Der am hinteren Körpertheil gelegene Mund führt in einen schlauchförmigen Schlund, der rüsselförmig vorgestreckt werden kann. *Monocelis agilis* M. Sch., *Opisthomum pallidum* O. S.

Fig. 324.



Anatomie von *Polycelis (Leptoplana) pallida*, nach Quatrefages. *G* Gehirnganglion nebst davon ausgehenden Nerven, *O* Mund, *D* Darmverästelungen. *Ov* Eier, *Od* Oviduct, *V* Vagina, *WGoe* weibliche Geschlechtsöffnung, *T* Vas deferens, *MGoe* männliche Geschlechtsöffnung.

Fam. *Derostomidae.* Mundöffnung etwas hinter dem Vorrande, Schlund tonnenförmig *Derostomum Schmidtianum* M. Sch., *Vortex viridis* M. Sch., *Catenula lemnae* Dug. Fam. *Mesostomidae.* Mund ziemlich in der Mitte des Körpers, Schlund ringförmig, cylindrisch oder einem Saugnapf ähnlich. *Mesostomum Ehrenbergii* Oerst. (Fig. 320). Fam. *Convolutidae (Acoela).* Darmcanal durch ein Parenchym ersetzt, mit zwei Ovarien ohne Dotterstöcke. *Convoluta* Oerst., *C. paradoxa* Oerst., Nord- und Ostsee. Fam. *Prostomidae.* Der an der Bauchfläche gelegene Mund führt in einen muskulösen Schlund. Am Vorderende mündet ein vorstülpbarer, mit Papillen bewaffneter Tastrüssel. *Prostomum* Oerst. *(Gyrator* Ehrbg.), *P. lineare* Oerst. Mit einem spitzen Penisstachel am Hinterende, unvollkommen hermaphroditisch, häufig im Süsswasser. *Pr. helgolandicum* Kef., vollkommen hermaphroditisch. *Alaurina composita* Metschn. Mit vier Gliedern. Fam. *Microstomidae.* Getrennt geschlechtliche Rhabdocoelen, deren kleiner, aber sehr dehnbarer Mund in der Nähe des vorderen Körperendes liegt. Seitliche Flimmergruben nahe am vorderen Körperende. Quertheilung kommt häufig vor. *Microstomum lineare* Oerst. (Fig. 321).

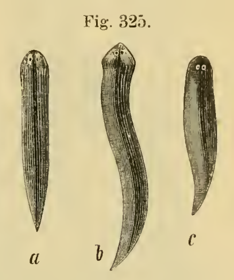
2. Unterordnung. *Dendrocoela, dendrocöle Strudelwürmer.* Von breiter, platter Körperform, oft mit gefalteten Seitenrändern und tentakelähnlichen Fortsätzen am Vorderende, mit verzweigtem Darm.

In ihrer äusseren Erscheinung nähern sich die grossentheils marinen, theilweise aber auch im süssen Wasser und auf dem Lande lebenden Dendrocoelen den Trematoden, mit deren grösseren Arten sie die Verzweigungen des geradegestreckten oder gabelig getheilten häufig dreischenkeligen Darmcanals gemeinsam haben (Fig. 324). Den Rhabdocoelen gegenüber erlangen sie einen bedeutenderen Umfang des zweilappigen Gehirns, sowie der in verschiedener Zahl vorhandenen Augen, Papillenreihen, beziehungsweise fühlerartige Fortsätze am vorderen Körpertheile dürften als Tastorgane fungiren. Der Mund liegt meist in der Mitte des Körpers und führt in einen weiten und vorstreckbaren Schlund. Die Haut enthält oft Drüsen, deren Secret bei gewissen Landplanarien *(Bipalium, Rhynchodesmus)* bei Herab-

lassen von Zweigen zu einem fadenförmigen Gespinnst erhärtet. Beiderlei Geschlechtsorgane sind fast allgemein in demselben Individuum vereint. Die Süsswasserformen besitzen eine gemeinsame Geschlechtsöffnung *(Monogonopora)*, während bei den Meeresbewohnern die Geschlechtsöffnungen in der Regel gesondert liegen *(Digonopora)*. Hier fällt auch ein gesonderter Dotterstock hinweg. Die Entwicklung erfolgt bei einzelnen marinen Formen durch Metamorphose, bei den Süsswasserplanarien direct.

1. *Monogonopora* Stimps. *(Tricladen)*. Langgestreckte Dendrocoelen mit zwei Ovarien- und Dotterstöcken und zahlreichen Hoden, mit einfacher Geschlechtsöffnung. Der Darm bildet einen vorderen und zwei seitliche Schenkel. Hierher gehören vornehmlich die Land- und Süsswasserplenarien, aber auch marine Formen. Fam. *Planariadae*. Der langgestreckt-ovale und abgeflachte Körper oft mit lappenförmigen Fortsätzen, selten mit Tentakeln und in der Regel mit zwei Augen, in welchen Linsen eingelagert sind. *Planaria* O. Fr. Müll., Tentakeln fehlen. *Pl. torva* M. Sch. (von O. Schmidt in *lugubris*, *polychroa* und *torva* getrennt.) (Fig. 325.) *Pl. dioica* Clap., getrennt geschlechtlich u. a. A. *Dendrocoelum* Oerst. Unterscheidet sich durch den Besitz von lappigen Fortsätzen des Kopftheiles, sowie durch die Bildung des in einer besonderen Scheide liegenden Begattungsorganes. *D. lacteum* Oerst., *Polycelis* Hembr. Ehrbg. Fam. *Geoplanidae*[1]). Landbewohnende Planarien mit langgestrecktem und abgeflachtem, durch den Besitz einer söhligen Fussfläche ausgezeichnetem Leibe. *Geoplana lapidicola* Stimps., *Rhynchodesmus terrestris* Gm. (*Fasciola terrestris* O. Fr. Müll.), Europa. *Geodesmus bilineatus* Metschn., mit Nesselfäden in der Haut, in Topferde. *Polycladus* Blanch. Augenlos.

Fig. 325.



Planaria polychroa (a), lugubris (b), torva (c). Etwa um das Dreifache vergrössert. Nach O. Schmidt.

2. *Digonopora (Polycladen)*. Grosse Dendrocoelen mit zahlreichen Geschlechtsdrüsen ohne Dotterstöcke, mit doppelter Geschlechtsöffnung, fast durchwegs marin. Der Rüssel liegt oft vielfach gefaltet in einer besonderen Tasche, wird vorgestülpt und breitet sich dann lappenartig aus (Fig. 324). Fam. *Stylochidae*. Der platte Körper ziemlich dick, mit zwei kurzen Tentakeln am Kopftheil und meist mit zahlreichen Augen an den Tentakeln oder am Kopfe. Genitalöffnung hinten. *Stylochus maculatus* Quatr. Fam. *Leptoplanidae*. Der Körper flach und verbreitert, platt und meist sehr zart. Kopftheil nicht abgesetzt, ohne Tentakeln. Augen mehr oder minder zahlreich. Mund meist vor der Mitte gelegen, dahinter die Genitalöffnungen. *Leptoplana tremellaris* O. Fr. Müll., Mittelmeer. Fam. *Euryleptidae*. Der glatte oder papillentragende Leib verbreitert. Am Vorderrande des Kopfes zwei tentakulare Lappen. Mund vor der Mitte gelegen. Zahlreiche Augen finden sich in der Nähe des Vorderrandes. *Thysanozoon Diesingii* Gr., Mittelmeer. *Eurylepta auriculata* O. Fr. Müll., Nordsee.

2. Ordnung. **Trematodes**[2]), **Saugwürmer.**

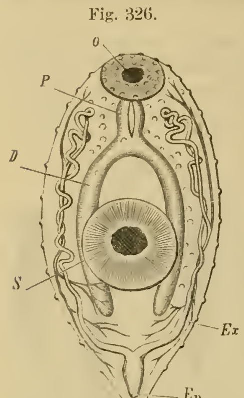
Parasitische Plattwürmer mit ungegliedertem, meist blattförmigem, selten cylindrischem Körper, mit Mundöffnung und gabelig gespaltenem, afterlosem Darm, oft mit bauchständigem Haftorgan.

[1]) Ausser M. Schultze, Stimpson, Metschnikoff, Grube u. A. vergl. H. N. Moseley, Notes on the Strncture of Several Forms of Land Planarians etc. Journal of microsc. Science, Vol. XVII.

[2]) A. v. Nordmann, Mikrographische Beiträge zur Kenntniss der wirbellosen Thiere. Berlin 1832. C. G. Carus, Beobachtung über Leucochloridium paradoxum etc. Nov. Act., Vol. XVII, 1835. de Filippi, Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trématodes. 1, 2, 3. Turin 1854—1857. J. J. Moulinié, De la reproduction chez les Trématodes endo-

Die Saugwürmer sind von den Turbellarien aus abzuleiten, mit denen sie in Form und Organisation eine nahe Verwandtschaft zeigen. Im Zusammenhange mit der parasitischen Lebensweise haben sich Haftorgane in Form von Sauggruben und Haken entwickelt, während die Wimperbekleidung nur im Larvenleben erhalten ist. Die Körperbekleidung ist eine Art Cuticula, unter welcher eine Zellenlage folgt. Sehr verbreitet sind Hautdrüsen, welche auch den Jugendformen (Cercarien) nicht mangeln und hier oft zur Ausscheidung einer erhärtenden Cyste verwendet werden. Besonders mächtig ist der Hautmuskelschlauch, an welchem man eine äussere Ringfaserschicht, eine mittlere Lage von Längsmuskeln und eine Lage von mehr diagonal verlaufenden Ringmuskeln unterscheidet. Dazu kommen dorsoventral verlaufende Parenchymmuskeln.

Fig. 326.



Jugendliches *Distomum*, nach La Valette. *Ex* Stämme des Wassergefässsystems, *Ep* Excretionsporus, *O* Mundöffnung mit Saugnapf, *S* Saugnapf in der Mitte der Bauchfläche, *P* Pharynx, *D* Darmschenkel.

Die *Mundöffnung* liegt stets am Vorderende, in der Regel im Grunde eines kleinen Saugnapfes (Fig. 326). Dieselbe führt in einen muskulösen Pharynx mit mehr oder minder verlängerter Speiseröhre, welche sich in den gabelig getheilten, blind geschlossenen Darmcanal fortsetzt.

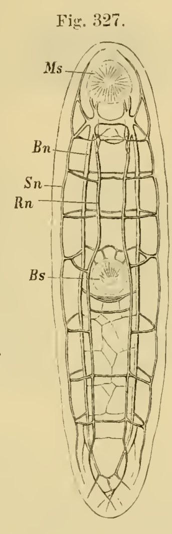
Der *Excretionsapparat* besteht aus einem die Gewebe durchsetzenden Netz feiner, mit Wimperkölbchen beginnender Gefässe und aus zwei grösseren seitlichen Stämmen, welche sehr oft mittelst eines gemeinsamen Sammelcanales (contractile Blase) am hinteren Körperende ausmünden. Der Inhalt desselben ist eine wässerige, von körnigen

parasites. Genève 1856. De la Valette St. George, Symbolae ad Trematodum evolutionis historiam. Berlin 1855. A. Pagenstecher, Trematodenlarven und Trematoden. Heidelberg 1857. G. Wagener, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Haarlem 1857. Derselbe, Ueber Gyrodactylus elegans. Müller's Archiv 1860. Van Beneden, Mémoire sur les vers intestinaux. Paris 1861. Van Beneden et Hesse, Recherches sur les Bdelloides ou Hirudinées et les Trématodes marins. 1863. E. Zeller, Untersuchungen über die Entwicklung und den Bau von Polystoma integerrimum. Derselbe, Untersuchungen über die Entwicklung von Diplozoum paradoxum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXII, 1872. Derselbe, Ueber Leucochloridium paradoxum und die weitere Entwicklung seiner Distomumbrut. Ebendaselbst, Tom. XXIV. Derselbe, Weiterer Beitrag zur Kenntniss der Polystomeen. Ebendaselbst, Tom. XXVII, 1876. G. Ercolani, Nuove ricerca sulla storia genetica dei Trematodi. Accad. delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Mem. I, 1881. Mem. II, 1882. R. Leuckart, Zur Entwicklungsgeschichte des Leberegels. Archiv für Naturg. 1882. Hugo Schauinsland, Beitrag zur Kenntniss der embryonalen Entwicklung der Trematoden. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. XVI, 1883. E. Gaffron, Zum Nervensystem der Trematoden. Zool. Beiträge von A. Schneider, Tom. I, 1884. A. Heckert, Untersuchungen über die Entwicklungs- und Lebensgeschichte des Distomum macrostomum. Bibliotheca zoologica. Heft 4. Cassel 1889. Vergl. ferner die Schriften von R. Leuckart, Fritsch, Looss u. A.

Concretionen durchsetzte Flüssigkeit, ein wahrscheinlich dem Harne höherer Thiere entsprechendes Excretionsproduct.

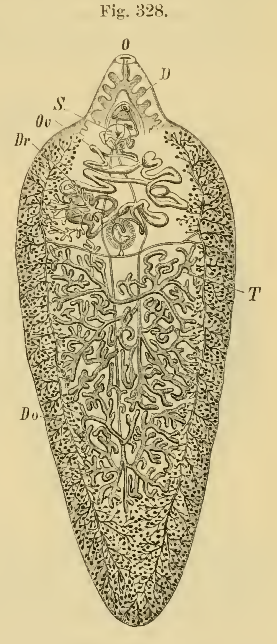
Das *Nervensystem* (Fig. 327) ist ein dem Schlunde aufliegendes Doppelganglion, von welchen ausser mehreren kleineren Nerven zwei nach hinten verlaufende grössere Stämme austreten. Diese gehören der Bauchseite an und stehen durch quere Anastomosen mit zwei viel schwächeren dorsalen und ebenso vielen seitlichen Längsnerven in Verbindung. *Augenflecken* mit lichtbrechenden Körpern kommen zuweilen bei auf der Wanderung begriffenen Larven und bei *Polystomeen* vor. Zur Locomotion dienen neben dem Hautmuskelschlauche die als Sauggruben und Klammerhaken auftretenden Haftorgane, deren Zahl, Form und Anordnung sehr zahlreiche Modificationen bietet. Im Allgemeinen richtet sich die Grösse und Ausbildung der Haftorgane nach der endoparasitischen oder ectoparasitischen Lebensweise. Die Bewohner innerer Organe besitzen neben dem Mundsaugnapf meistens einen zweiten grösseren Saugnapf auf der Bauchfläche, bald in der Nähe des Mundes *(Distomum)*, bald an dem entgegengesetzten Körperpole *(Amphistomum)*. Indessen kann dieser grössere Saugnapf auch fehlen *(Monostomum)*. Die ectoparasitischen *Polystomeen* zeichnen sich dagegen durch eine kräftigere Bewaffnung aus, indem sie ausser zwei kleineren Saugnäpfen zu den Seiten des Mundes eine grosse Haftscheibe oder auch zahlreiche Sauggruben am hinteren Körperende besitzen, die überdies noch durch Chitinstäbe gestützt sein können. Ferner kommen oft Chitinhaken, besonders häufig zwei grössere Haken zwischen den hinteren Saugnäpfen in der Mittellinie hinzu (Fig. 336).

Fig. 327.



Nervensystem von *Distomum isostomum*, nach E. Gaffron. *Ms* Mundsaugnapf, *Bs* Bauchsaugnapf, *Sn* Seitennerv, *Rn* Rückennerv, *Bn* Bauchnerv.

Fig. 328.

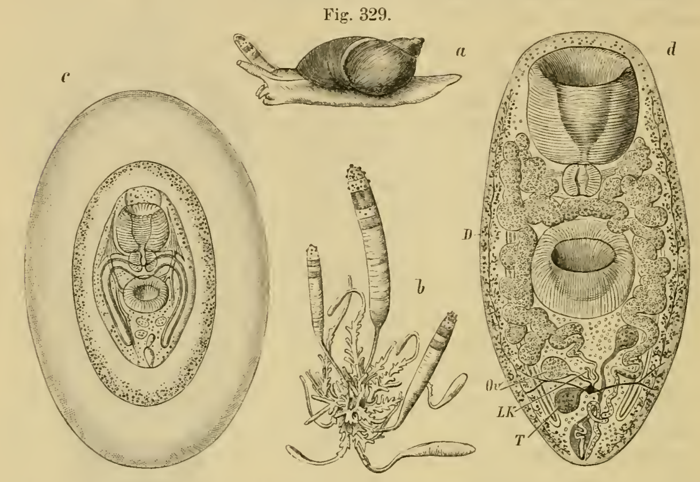


Distomum hepaticum unter starker Loupenvergrösserung, nach Sommer. *O* Mundöffnung, *D* Darmschenkel, *S* Bauchsaugnapf, *T* Hoden, *Do* Dotterstöcke, *Ov* Oviduct, *Dr* Ovarium.

Die Trematoden sind meist Zwitter. In der Regel liegen männliche und weibliche Geschlechtsöffnungen nicht weit von der Mittellinie der Bauchfläche

neben oder hinter einander, dem vorderen Körperende ziemlich genähert. Die männliche Geschlechtsöffnung führt in einen das vorstülpbare Endstück (Cirrus) des Samenleiters umschliessenden Sack (Cirrusbeutel), dann folgt der doppelte Samenleiter und zwei grosse einfache oder mehrlappige, bei Distomum hepaticum vielfach verästelte Hoden. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem mehrfach geschlängelten Fruchtbehälter und aus den Eier bereitenden Drüsen, welche in ein Ovarium und zwei Dotterstöcke zerfallen. Dazu kommt noch eine besondere Schalendrüse. Das Ovarium (Keimstock) erzeugt die primären Eizellen und liegt als rundlicher Körper in der Regel vor den Hoden, die Dotterstöcke erfüllen als vielfach verzweigte Schläuche die

Fig. 329.



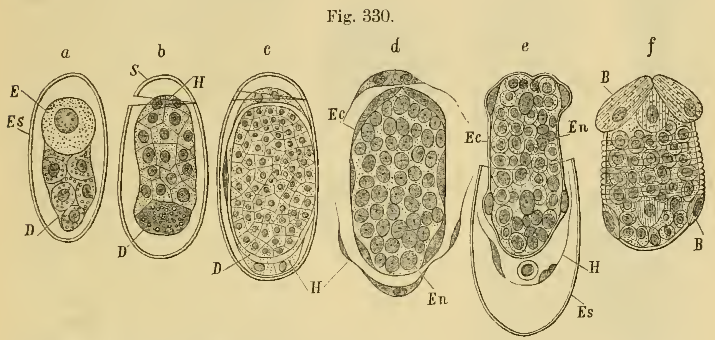
Entwicklung von *Distomum macrostomum* nach Heckert. *a* Succinea amphibia (Bernsteinschnecke) mit dem reifen Schlauche eines *Leucochloridium* im rechten Fühler. *b Leucochloridium paradoxum* isolirt. *c* Eine zur Uebertragung reife Larve (schwanzlose Cercaria) mit doppelter Hülle. *d* Geschlechtsreifes Distomum. Die Dotterstöcke *(D)* liegen in den Seitenfeldern zwischen Darm und Leibeswand, die Hoden *(T)* und das Ovarium *(Ov)*, sowie die Ausmündungen der Leitungswege im hinteren Körperende, *LK* Laurer'scher Canal.

Seitentheile des Körpers und secerniren die Dotterballen (Fig. 328 und 329). Diese begegnen in dem als Ootyp bezeichneten erweiterten Anfangsabschnitte des Fruchtbehälters, dessen Wandungen die Schalendrüse darstellen, den primären Eizellen und gruppiren sich in grösserer oder geringerer Zahl um je einen Eikeim, um später nach der Befruchtung von einer durch die Schalendrüse gebildeten starken Schale umschlossen zu werden. In das Ootyp führt ferner ein besonderer am Rücken nach aussen mündender (Laurer'scher Canal) Gang, welchen man (Stieda) irrthümlich als Scheide gedeutet hat, während er wahrscheinlich (Looss) dem sog. Uterus der Bothriocephaliden entspricht. Die Zoospermeen gelangen nicht durch den Laurer'schen Canal, sondern durch den Genitalsinus vom Samenleiter in den Uterus und von da in das Ootyp. Selbstbefruchtung scheint sehr häufig einzutreten.

In dem Verlaufe des Fruchtbehälters häufen sich die Eier oft in grosser Menge an und durchlaufen bereits die Stadien der Embryonalbildung im mütterlichen Körper. In einzelnen Fällen beginnt jedoch die Furchung erst nach der Eiablage im Freien. Die meisten Trematoden legen Eier ab, nur wenige sind lebend gebärend.

Die ausschlüpfenden Jungen besitzen entweder die Organisation der Eltern (die meisten *Polystomeen)* oder durchlaufen einen complicirten, mit Metamorphose verbundenen Generationswechsel, beziehungsweise Heterogonie *(Distomeen).* Im ersteren Falle werden die grossen Eier an dem Aufenthaltsorte der Mutter befestigt, im letzteren gelangen die relativ kleinen Eier an feuchte Plätze, meist in's Wasser. Der Furchungsprocess (Fig. 330) betrifft bei den Distomeen lediglich die primäre Eizelle und ist ein unregelmässig-totaler. Der Nahrungsdotter, welcher aus grossen runden Zellen des Dotterstockes besteht, bleibt unbetheiligt und wird während der Embryonalentwicklung

Fig. 330.

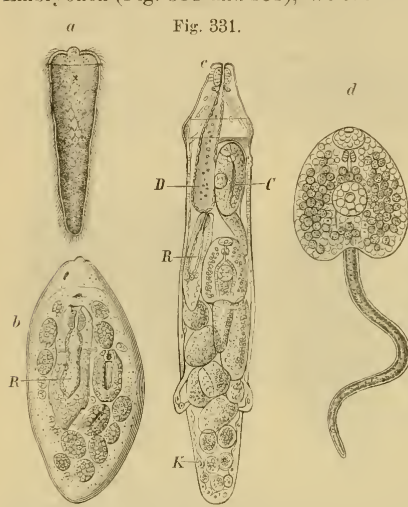


Embryonal-Entwicklung des *Distomum tereticolle,* nach H. Schauinsland. *a* Ei nach Erhärtung in Pikrinschwefelsäure, *Es* Eischale, *E* Eizelle, *D* Dotterzellen. *b* Der Dotter grösstentheils verbraucht zu Gunsten der Embryonalzellen, von denen sich am oberen Pole innerhalb des Deckels *(S)* zwei Hüllzellen *(H)* abheben. *c* Späteres Stadium, die Hüllmembran *(H)* umschliesst einen Haufen von Embryonalzellen, der Dotter *(D)* fast gänzlich verbraucht. *d* Auftreten des Ectoblasts *(Ec)*, dessen grosse Kerne sich von denen des Entoblasts *(En)* abheben. *e* das Ectoblast besteht nur aus acht Zellen, deren vorgewölbte Kerne hervortreten. *f* ein reifer Embryo vor dem Ausschlüpfen, *B* Borstenplatten mit ihren Kernen.

aufgebraucht. Die sich furchende Eizelle liegt dem Pol der Schale zugekehrt, an welchem sich der Deckel abhebt, und ebenso später das Kopfende des Embryos entsteht. Von dem aus der Furchung hervorgegangenen soliden Zellenhaufen hebt sich am oberen Pole eine Zelle ab, deren Theilungszellen den Embryo in Form einer membranösen, nach dem Ausschlüpfen desselben in der Eischale zurückbleibenden Hülle umwachsen. Die peripherische, doch wohl nur einen Theil des Ectoblasts vertretende Zellenlage erzeugt entweder eine Wimpern tragende Haut oder ein mit einer structurlosen Cuticula und Chitinborsten besetztes Plattenepithel *(D. tereticolle).* Der umschlossene Zellenhaufen verändert sich der Art, dass die peripherischen Zellen sich abflachen und epithelartig an die Innenseite des Ecto-

blasts anlegen, andere am Kopfende zur Anlage des Darmes sich ordnen, und der grösste Theil unverändert die sogenannten Keimzellen (indifferent gebliebene, Keimplasma haltige Furchungszellen) liefert. Auffallend erscheint der frühzeitig (oft schon vor dem Ausschlüpfen aus dem Eie oder nach der Einwanderung) eintretende Verlust des ectodermalen Platten-, beziehungsweise Wimperepithels, ähnlich wie auch bei bewimperten Bandwurmlarven *(Bothriocephalus)* das Wimperepithel nach der Einwanderung in den Zwischenträger abgeworfen wird. Nach Ablauf der Embryonalentwicklung schlüpfen die contractilen, oft mit einem x-förmigen Augenflecke versehenen und bewimperten Embryonen (Fig. 331 und 333), welche bereits Anlagen des Wassergefässsystems, seltener zugleich eine Sauggrube mit Mundöffnung und Darmschlauch besitzen, aus dem Ei aus und suchen auf dem Wege selbständiger Wanderung in ein neues Wohnthier zu gelangen. Indessen gibt es auch Fälle passiver Ueberführung durch Vermittlung der Nahrung, und diese scheinen überall da zu bestehen, wo an Stelle der Wimperhaare Chitingebilde an der Haut des Embryos vorhanden sind *(Distomum tereticolle, Leucochloridium)*. In der Regel ist es eine Wasserschnecke, in deren Inneres sie eindringen, um zu einfachen oder verästelten Keimschläuchen, zu *Sporocysten* (ohne Mund und Darm) oder *Redien* (mit Mund und Darm) auszuwachsen. Dieselben

Fig. 331.



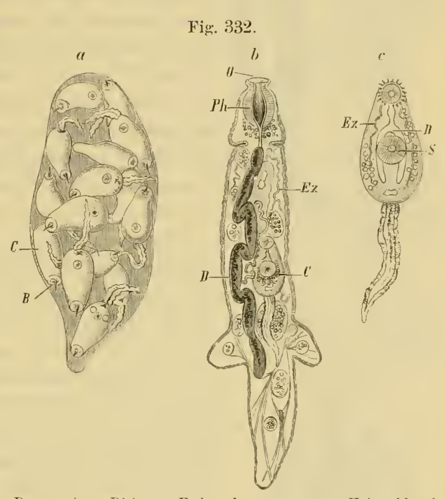
Entwicklungszustände von *Distomum hepaticum*. — *a* Freischwimmender bewimperter Embryo. — *b* Sporocyste mit Radien *(R)*, nach R. Leuckart. — *c* Redie desselben, nach Thomas. *D* Darm, *C* Cercarien, *R* Redie, *K* Keimkörper. — *d* Cercarie nach Thomas.

erzeugen durch sogenannte Keimkörner, welche jedoch wahrscheinlich Eikeimen[1]) der Ovarialanlage oder, was auf dasselbe hinauskommt, indifferenten keimplasmahaltigen Furchungszellen entsprechen, die Generation der geschwänzten *Cercarien* oder auch eine Tochterbrut von Keimschläuchen, welche dann erst die *Cercarien* hervorbringen. Die Cercarien sind die Distomeenlarven, welche oft erst nach einer zweimaligen activen und passiven Wanderung an den Aufenthaltsort der Geschlechtsthiere gelangen. Mit beweglichem Schwanzanhang, häufig auch mit Mundstachel, sowie zuweilen mit Augen ausgestattet, zeigen sie in ihrer Organisation bis auf den Mangel der Geschlechtsorgane

[1]) Dann hätten wir in der Distomum-Entwicklung keinen Generationswechsel, sondern eine mit Paedogenese verbundene Heterogonie.

bereits grosse Uebereinstimmung mit den ausgebildeten Distomeen. In solcher Form verlassen dieselben selbstständig den Leib ihres Trägers und bewegen sich theils kriechend, theils schwimmend im Wasser umher. Hier finden sie ein neues Wasserthier (Schnecke, Wurm, Insectenlarve, Krebs, Fisch, Batrachier), in welches sie, unter Bohrbewegungen des vorderen Körperendes, unterstützt durch den kräftig schwingenden Schwanzanhang, eindringen, um nach Verlust des letzteren zu encystiren. Die im Innern der Schnecke erzeugte Cercarienbrut zerstreut sich auf zahlreiche Träger, und aus den geschwänzten Cercarien werden encystirte junge geschlechtslose Distomeen, die mit dem Fleische ihres Trägers in den Magen eines andern Thieres und von da, ihrer Cyste befreit, in das Organ (Darm, Harnblase etc.) gelangen, in welchem sie geschlechtsreif werden. Somit kommen in der Regel drei verschiedene Thiere als Träger in Betracht, deren Organe die verschiedenen Entwicklungsstadien der Distomeen (Keimschlauch, encystirte Form, Geschlechtsthier) beherbergen. Die Uebergänge von dem einen zum anderen werden theils durch selbstständige Wanderungen (Embryonen, Cercarien), theils durch passive Uebertragung (encystirte Jugendform) vermittelt. Indessen können Abweichungen von dem allgemeinen Entwicklungsgang eintreten, sowohl Complicationen als Vereinfachungen. Im letzteren Falle unterbleibt

Fig. 332.



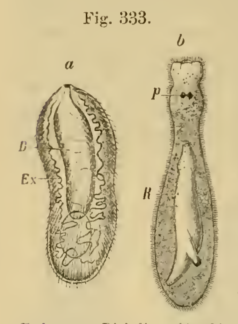
a Der aus einem *Distomum*-Embryo hervorgegangene Keimschlauch (Sporocyste) mit Cercarienbrut) *(C)* gefüllt, *B* Bohrstachel einer Cercarie. — *b* Redie. *O* Mund, *Ph* Pharynx, *D* Darm, *Ex* Excretionsorgan, *C* Cercarienbrut. — *c* Freigewordene Cercarie, *S* Saugnapf, *D* Darm, *Ex* Excretionsorgane.

die Einwanderung in den zweiten Zwischenträger, und die ausschlüpfende Cercarie gelangt activ oder passiv an den Ort des Geschlechtsthieres, activ durch selbstständige Wanderungen *(Cercaria macrocerca, Distomum cygnoides)*, oder passiv durch directe Aufnahme mittelst der Nahrung *(Leucochloridium* der Bernsteinschnecke, *Distomum holostomum = macrostomum* der Singvögel). Dann unterbleibt nicht nur die Encystirung, sondern es kann auch die Bildung des Cercarienschwanzes völlig ausfallen (Brut des *Leucochloridium*). Vergl. Fig. 315.

Häufiger und in mannigfaltigen Modificationen treten Complicationen auf, zunächst dadurch, dass die Sporocysten Redien und diese Cercarien erzeugen

(*Cercaria cystophora* aus *Planorbis marginatus* G. Wagener). Oder es gehen auch aus den sog. Keimkörnern der Redien nicht Cercarien, sondern eventuell eine zweite Generation von Redien hervor, welche erst die Cercarien hervorbringen. Dieser Entwicklungsmodus hat für *D. hepaticum* Geltung, erfährt aber wiederum dadurch eine Vereinfachung, dass die auswandernden Cercarien keines neuen Zwischenträgers mehr bedürfen, sondern sich an Pflanzen encystiren und mit diesen zugleich von dem Träger der späteren Geschlechtsthiere aufgenommen werden. Auch kann der Embryo ohne zur Sporocyste zu werden, eine Redie erzeugen und diese vor der Einwanderung in die Schnecke (*Monostomum mutabile* und *flavum*) wie einen constanten Parasiten in sich bergen (Fig. 333*b*). Ferner gibt es uneingekapselte junge Distomeen, welche in ihrem Träger nie geschlechtsreif werden, wie in der Linse und dem Glaskörper des Vertebratenauges, sowie im Gallertgewebe der Coelenteraten. Umgekehrt hat man encystirte Formen (*Gasterostomum gracilescens* in Cysten des Schellfisches, *Distomum agamos* der Gammarinen) geschlechtsreif und im Zustande der Eierproduction gefunden. Nun können sich aber auch Sporocysten (z. B. die Sporocysten der *Cercaria minuta*) und selbst Redien (z. B. der *C. fulvopunctata*) durch Theilung vermehren. Auch soll sich der Cercarienschwanz zu einer Sporocyste gestalten und nach seiner Loslösung Brut erzeugen können. In diesem Falle würde der Schwanzanhang der Cercarie seiner Bedeutung nach wie ein vereinfachtes brutproducirendes Theilstück des Körpers sich verhalten, ein Hinweis auf das bei den Cestoden normal gewordene Verhältniss der Proglottidenbildung, welche schon von den Trematoden vorbereitet wird.

Fig. 333.



a Embryo von *Diplodiscus (Amphistomum) subclavatus*, nach G. Wagener. *D* Darm, *Ex* Wassergefässsystem. — *b* Embryo von *Monostomum mutabile*, nach v. Siebold. *P* Augenflecken, *R* die Redie im Innern.

Fig. 334.



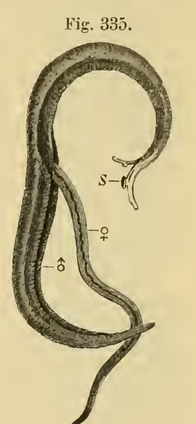
Distomum Rathouisi Poir. vielleicht identisch mit *crassum* Busk. nach R. Leuckart.

Für manche Formen scheint eine grosse Anpassungsfähigkeit an veränderte Lebensbedingungen zu bestehen, durch welche das Vorkommen jener im Organismus verschiedener Wohnthiere möglich wird. Die aus der *Cercaria echinata* der Paludina vivipara sich entwickelnde Geschlechtsform hat als *D. echinatum* ihren normalen Aufenthalt im Darm der Ente und Wasservögel, gelangt aber auch im Darm des Hundes, sowie der Mäuse und Ratten zur Reife.

1. Unterordnung. *Distomeae, Distomeen.* Saugwürmer mit höchstens zwei Sauggruben, ohne Hakenbewaffnung, welche sich mittelst Generationswechsels

(Heterogonie) entwickeln. Die Ammen und Larven leben vorzugsweise in Mollusken, die ausgebildeten Geschlechtsthiere im Darmcanale der Vertebraten. Eine vollständig ausgebildete Trennung des Geschlechtes besteht bei der paarweise vereinten *Bilharzia haematobia* aus dem Venensystem des Menschen (Fig. 335). Auch einzelne Arten der Gattungen Monostomum und Distomum bilden im Zusammenhange mit der Arbeitstheilung des Geschlechtslebens dimorphe Formen aus, indem die einen Individuen lediglich den männlichen, die andern ausschliesslich den weiblichen Geschlechtsapparat zur Entwicklung bringen. Die Anlage des nicht fungirenden Geschlechtsorganes erfährt alsdann eine mehr oder minder durchgreifende Rückbildung. Solche Distomeen sind zwar der morphologischen Anlage nach Zwitter, thatsächlich jedoch getrennten Geschlechtes.

Fig. 335.



Bilharzia haematobia. Männchen und Weibchen, letzteres im Canalis gynaecophorus des ersteren. *S* Bauchsaugnapf.

Leider ist die vollständige Biologie und Entwicklungsgeschichte nur für wenige Arten, welche durch sämmtliche Entwicklungsstadien verfolgt werden konnten, unter Anderem für *D. hepaticum*, ausreichend festgestellt.

Fam. *Monostomidae.* Von oval gestreckter, mehr oder minder rundlicher Form, mit nur einem Saugnapf an oder im Umkreise des Mundes. *Monostomum* Zeder. Saugnapf im Umkreise des Mundes, Pharynx kräftig. Geschlechtsöffnungen nur wenig vom Vorderende entfernt. *M. mutabile* Zeder, in der Leibeshöhle, Augenhöhle und im Darme verschiedener Wasservögel, lebendig gebärend. *M. flavum* Mehlis, in der Speiseröhre und Brusthöhle von Wasservögeln, entwickelt sich aus *Cercaria ephemera* der Planorbis. *M. lentis* v. Nordm., jugendliche, noch nicht geschlechtsreife Form in der Linse des Menschen. *M. bipartitum* Wedl, paarweise in Cysten, das eine Individuum vom lappigen Hinterleibe des andern umwachsen, Kiemen des Thunfisches. *Holostomum* Nitsch., *Hemistomum* Dies.

Fam. *Distomidae.* Körper lanzetförmig; häufig verbreitert, seltener langgezogen und rundlich, mit einem grossen Bauchsaugnapf. Die Geschlechtsöffnungen, dicht nebeneinander, liegen meist vor dem Bauchsaugnapf.

Distomum. Mittlere Sauggrube der vorderen genähert. *D. hepaticum* L., Leberegel. (Fig. 328.) Mit kegelförmigem Vorderende und zahlreichen stachelartigen Höckerchen an der Oberfläche des breiten plattförmigen Körpers, mit verästelten Darmschenkeln, c. 30 Mm. lang. Lebt in den Gallengängen des Schafes und anderer Hausthiere und erzeugt die sog. Leberfäule der Schafheerden. Auch im Menschen kommt der Wurm gelegentlich vor und dringt sogar in die Pfortader und in das Gebiet der Hohlvene ein. Der langgestreckte Embryo entwickelt sich erst nach längerem Aufenthalte des Eies im Wasser und hat einen continuirlichen Wimperüberzug, sowie einen x-förmigen Augenfleck (Fig. 331). In Betreff der Entwicklung haben R. Leuckart[1]) und Thomas nachgewiesen, dass sie in *Limnaeus minutus truncatulus* und *pereger* durchlaufen wird, dass die Embryonen zu Sporocysten

[1]) R. Leuckart, Zur Entwicklungsgeschichte des Leberegels. Archiv für Naturgesch., 1882; Zool. Anzeiger, 1882. A. P. Thomas, The Life History of the Liver-Fluke. Quarterly Journal of microsc. Science 1883.

werden, und diese Redien erzeugen. In den Redien entstehen entweder wieder Redien oder sogleich Cercarien, welche, frei geworden, eine Cyste ausscheiden und das Vermögen haben, an fremden Objecten sich einzukapseln. Ob dieselben aber direct mit der Pflanzenkost oder mittelst Zwischenträger in den Träger des Geschlechtsthieres gelangen, wurde bislang nicht festgestellt. Wahrscheinlich trifft jedoch das erstere Verhältniss zu. *D. crassum* Busk, vielleicht identisch *D. Rathouisi* Poir (Fig. 334), im Darm der Chinesen, von 1—2 Zoll Länge und $^1/_2$ Zoll Breite, ohne Stachelhöckerchen, mit einfachen schlauchförmigen Darmschenkeln, *D. lanceolatum* Mehlis. Körper lanzettförmig langgestreckt, 8—9 Mm. lang, lebt mit *D. hepaticum* am gleichen Orte. Der Embryo entwickelt sich erst im Wasser, ist birnförmig und nur an der vorderen Hälfte bewimpert, trägt auf dem zapfenförmig vorspringenden Scheitel einen stiletförmigen Stachel. *D. conjunctum* Cobb. Lancettförmig, 12 Mm. lang, in der Leber des Hundes, selten des Menschen, Ostindien. *D. spathulatum* R. Lkt. = *D. sinense* Cobb., gestreckt, nach hinten verbreitert, 10—12 Mm. lang, massenhaft in der Leber des Menschen und der Katze in Japan und China. *D. pulmonale* Bölz. von plumper, dicker Körperform, 8—10 Mm. lang, 4—6 Mm. breit, bräunlichroth, lebt in den Lungen des Menschen in China und Japan. *D. ophthalmobium* Dies. Eine als Art zweifelhafte Form, von der nur vier Exemplare in der Linsenkapsel eines neunmonatlichen Kindes beobachtet worden sind. *D. heterophyes* Bilh. v. Sieb. 1—1·5 Mm. lang, im Darm des Menschen in Aegypten. *D. goliath* Van Ben., 80 Mm. lang, in *Pterobalaena*.

Zahlreiche Arten, wie *Distomum clavigerum* Van Ben. (mit *Cercaria ornata* aus Planorbis), *D. retusum* Rud. mit *Cercaria armata* aus Sporocysten in Limnaeus und Planorbis), *D. cygnoides* Zed., leben im Darme, Lunge und Harnblase der Frösche und Salamander. *D. filicolle* Rud. (*D. Oken* Köll.), paarweise in Schleimhauteinsackungen der Kiemenhöhle von *Brama Raji*. Das eine Individuum ist drehrund, schmal und erzeugt Zoospermien, das andere ist in der mittleren und hinteren Leibesgegend sackförmig aufgetrieben und mit Eiern erfüllt. Wahrscheinlich rührt die ungleichmässige Ausbildung beider Individuen daher, dass die Begattung nur zur Befruchtung des einen Individuums führte, welches nun seine weiblichen Geschlechtsfunctionen entfalten konnte.

Bilharzia haematobia Cobb.[1] (Fig. 335). Körper langgestreckt, Nematoden ähnlich, getrennt geschlechtlich. Das Weibchen schmächtig, cylindrisch. Das Männchen mit starken Saugnäpfen und rinnenförmig umgeschlagenen Seitenflächen, welche einen Canalis gynaecophorus zur Aufnahme je eines Weibchens bilden. Darmcanal mit Schlund und zwei Darmschenkeln, welche sich hinter dem Ovarium, beziehungsweise den 5 bis 8 Hodenblasen zu einem unpaaren Schlauch wieder vereinigen. Leben paarweise vereint in der Pfortader. Darm- und Harnblasenvenen des Menschen in Abyssinien. Die Embryonen sind nach Cobbold bewimpert und besitzen ein ansehnlich entwickeltes Wassergefässsystem. Durch die in die Schleimhautgefässe der Harnleiter, Harnblase und des Dickdarmes abgesetzten Eiermassen werden Entzündungen erzeugt, die oft Hämaturie zur Folge haben.

Amphistomum Rud. Bauchsaugnapf am hinteren Körperende. *A. subclavatum* Nitsch., im Dickdarm des Frosches. *A. hominis*. In Ostindien im Darme von Hindus gefunden.

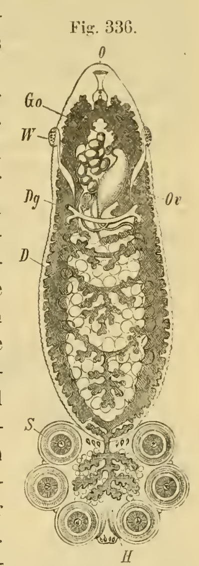
2. Unterordnung *Polystomeae, Polystomeen.* Saugwürmer mit zwei kleinen seitlichen Sauggruben am Vorderende und einem oder mehreren hinteren Saugnäpfen, zu denen häufig noch zwei grosse Chitinhaken hinzukommen. Ausnahmsweise finden sich auch quere Borstenreihen vor *(Tristomum coccineum)*. Augen sind häufig vorhanden. Sie leben meist als Ectoparasiten, theilweise wie die Hirudineen, und entwickeln sich direct ohne Generationswechsel aus Eiern, die meist schon an dem Aufenthaltsorte des Mutterthieres zum Aus-

[1]) Gustav Fritsch, Zur Anatomie der Bilharzia haematobia Cobb. Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. 31, 1888.

schlüpfen kommen. Zuweilen ist die Entwicklung eine Metamorphose *(Polystomum)*, und die jungen Larven leben an einem anderen Orte.

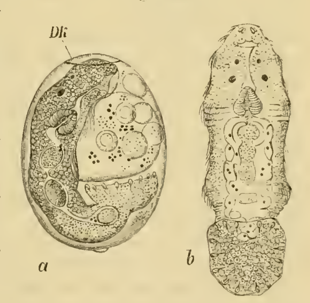
Am besten ist die Entwicklungsgeschichte von *Polystomum integerrimum* aus der Harnblase des Frosches durch E. Zeller bekannt geworden (Fig. 336 und 337). Die Eierproduction beginnt im Frühjahre, wenn der Frosch aus dem Winterschlafe erwacht, sich zur Paarung anschickt, und währt zwei bis drei Wochen. Man kann dann leicht auch die Polystomeen in Wechselkreuzung beobachten. Beim Eierlegen drängt der Parasit seinen Vorderleib mit der Geschlechtsöffnung durch die Harnblasenmündung nahe bis zum After. Die Embryonalentwicklung erfolgt im Wasser und nimmt eine Reihe von Wochen in Anspruch, so dass die jungen Larven erst ausschlüpfen, wenn die Kaulquappen bereits innere Kiemen gewonnen haben. Die Larven sind Gyrodactylus ähnlich und besitzen vier Augen, einen Schlund nebst Darm, sowie eine von 16 Häkchen umstellte Haftscheibe. Auf ihrer Oberfläche sind sie mit fünf Querreihen von Wimpern, drei ventralen an der vorderen, zwei dorsalen an der hinteren Körperhälfte bekleidet. Auch der Spitze des Vorderendes gehört eine Wimperzelle an. Die Larven wandern nun in die Kiemenhöhle der Kaulquappen ein, verlieren hier die Wimperhaare und wachsen unter Bildung der beiden Mittelhaken, sowie der drei Paare von Sauggruben auf der hinteren Haftscheibe zum jungen Polystomum aus, welches etwa acht Wochen nach der Einwanderung in die Kiemenhöhle, zur Zeit, wenn diese zu veröden beginnt, durch Magen und Darm in die Harnblase übertritt und hier, freilich erst nach drei und mehr Jahren, völlig geschlechtsreif wird. Ausnahmsweise und immer dann, wenn die Larven in die Kiemen sehr junger Kaulquappen gelangen, werden sie schon in der Kiemenhöhle der letzteren geschlechtsreif. Dann bleiben die Formen sehr klein, entbehren der Begattungscanäle und Eibehälter und gehen nach Erzeugung eines einzigen Eies zu Grunde, ohne in die Harnblase gelangt zu sein.

Fig. 336.



Polystomum integerrimum, nach E. Zeller. *O* Mund, *Go* Genitalöffnung, *D* Darm, *W* Begattungsöffnungen (Seitenwülste), *Dg* Dottergänge, *Ov* Ovarium, *S* Saugnapf, *H* Haken.

Fig. 337.

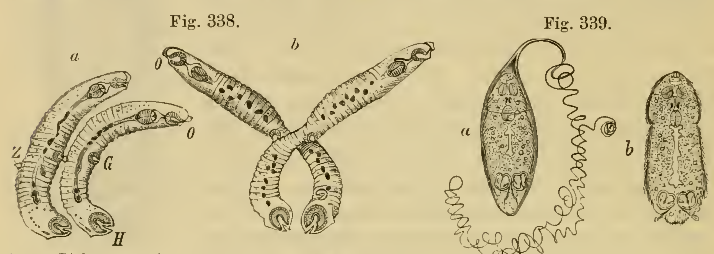


Ei mit Embryo *(a)* und ausgeschlüpfte Larve *(b)* von *Polystomum integerrimum*, nach E. Zeller.

Fam. *Tristomidae*. Hinterende mit einem grossen Saugnapf und ohne Chitinwaffen. Mundende mit zwei kleinen Saugnäpfen. *Tristomum papillosum* Dies., an den Kiemen von Xiphias. *Calicotyle* Dies.

Fam. *Polystomidae.* Mit mehreren hinteren Saugscheiben, die meist paarig in zwei seitlichen Reihen angeordnet sind und durch Hakenbewaffnungen in ihrer Wirksamkeit unterstützt werden. Genitalöffnungen häufig von Haken umgeben. *Polystomum* Zed. Mit vier Augen, ohne seitliche Sauggruben am vorderen Ende, aber mit Mundnapf, mit sechs Saugnäpfen, sowie zwei grossen medianen Haken und 16 kleinen Häkchen am Hinterende. *P. integerrimum* Rud., in der Harnblase von *Rana temporaria* (Fig. 336). *P. ocellatum,* Rachenhöhle von *Emys,* verhält sich in der Bildung des Hodens und in dem Ausfall des Eierbehälters wie die geschlechtsreife Form aus der Kiemenhöhle von *P. integerrimum. Octobothrium lanceolatum* Duj. *Onchocotyle appendiculata* Kuhn, an den Kiemen von Haien.

Diplozoon Nordm., Doppelthier. Zwei Einzelthiere zu einem x-förmigen Doppelthiere verschmolzen, dessen Hinterenden mit zwei grossen, in vier Gruben getheilten Haftscheiben bewaffnet sind. Im Jugendzustande als *Diporpa* solitär lebend, besitzen sie einen Bauchsaugnapf, sowie einen Rückenzapfen. Auch bei dem Doppelthiere fällt die Eibildung vornehmlich in das Frühjahr. Die Eier werden nach Ausbildung ihres Haftfadens einzeln ausgestossen und lassen etwa zwei Wochen später einen Embryo ausschlüpfen, welcher sich



Junges *Diplozoon,* nach E. Zeller. *a* Zwei *Diporpen* im Beginn der Aneinanderheftung, *b* nach gegenseitiger Anheftung. *O* Mund, *H* Haftapparat, *Z* Zapfen, *G* Grube.

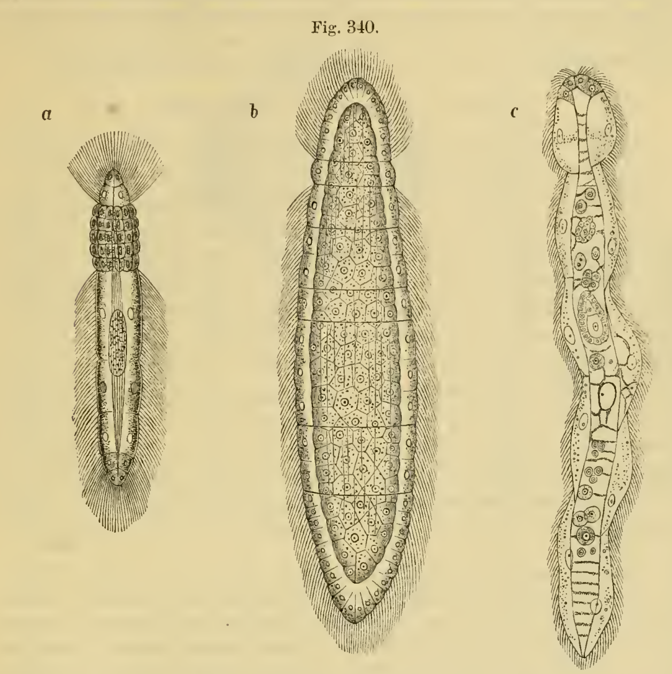
Ei *(a)* und Larve *(b)* von *Diplozoon,* nach E. Zeller.

von *Diporpa* durch den Besitz zweier Augenflecke und eines an den Seitenrändern und an der Hinterleibsspitze befindlichen Wimperapparates unterscheidet (Fig. 239). Finden die Larven an den Kiemen von Süsswasserfischen Gelegenheit zur Ansiedelung, so werden sie alsbald durch den Verlust der Wimpern zur *Diporpa*, welche jetzt schon den charakteristischen Haftapparat besitzt und Kiemenblut einsaugt. Die bald erfolgende Vereinigung zweier Diporpen geschieht nicht, wie man früher glaubte, einfach durch die Verwachsung beider Bauchsaugnäpfe, sondern in der Art, dass sich der Bauchsaugnapf jedes Thieres an den Rückenzapfen des anderen anheftet und mit diesem verwächst (Fig. 338 und 339). *D. paradoxum* v. Nordm. auf den Kiemen zahlreicher Süsswasserfische.

Fam. *Gyrodactylidae.* Sehr kleine Saugwürmer mit grosser terminaler Schwanzscheibe und kräftigem Hakenapparat. Der Körper birgt eine Tochter- und in dieser eingeschachtelt eine Enkel- und Urenkelgeneration. v. Siebold glaubte beobachtet zu haben, dass sich aus einer Keimzelle von Gyrodactylus ein junges Thier entwickelt, und dass dieses während seiner Entwicklung trächtig wird; da er samenbereitende Organe vermisste, betrachtete er den Gyrodactylus als Amme. G. Wagener wies aber nach, dass die Fortpflanzung eine geschlechtliche ist, und gelangte zu der Auffassung, dass die Keime zu den eingeschachtelten Generationen aus Resten des befruchteten, das Tochterthier bildenden Eies hervorgehen. Auch Metschnikoff ist der Ansicht, dass die Bildung von Tochter- und Enkelindividuum gleichzeitig aus der gemeinschaftlichen Masse übereinstimmender Embryonalzellen erfolgt. *Gyrodactylus* v. Nordm., *G. elegans* von Nordm., an den Kiemen der Cyprinoiden und anderer Süsswasserfische.

Im Anschluss an die Trematoden mögen die an den Venenanhängen der Cephalopoden schmarotzenden *Dicyemiden,* sowie die erst später bekanntgewordenen in Echinodermen und Turbellarien lebenden *Orthonectiden* [1]) ihre Stellung finden. Der langgestreckte wurmförmige Leib dieser unzutreffend als Mesozoën bezeichneten Parasiten besteht nur aus zwei Zellenschichten, einem aus verhältnissmässig wenigen Zellen gebildeten bewimperten Ectoderm und einer inneren Zellenmasse, welche bei den Dicyemiden [2]) durch eine einzige, sehr langgestreckte, die Axe einnehmende Zelle vertreten ist. Diese Zusammensetzung des Leibes aus

Fig. 340.



a Rhopalura Giardii (Orthonectide) Männchen, *b* Weibchen, nach Julin. *c Dicyemopsis macrocephalus,* nach Ed. van Beneden.

zwei Zellenschichten hat denn auch zu der Auffassung Anlass gegeben, dass diese Thierformen als vereinfachte Coelenteraten oder gar als Gastraeaden zu betrachten seien, die durch den Parasitismus wie die Cestoden Mund- und Gastralhöhle eingebüsst hätten. Mit vielleicht besserem Rechte können dieselben als in der Entwicklung gehemmte, aber zur geschlechtlichen Fortpflanzung gelangte Larven von Saugwürmern angesehen werden, deren Jugendstadien eine ähnliche Anordnung der Zellen des Leibes zeigen. Wie dort springen am Kopf-

[1]) A. Giard, Les Orthonectides. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, Tom. XV, 1879. E. Metschnikoff, Untersuchungen über Orthonectiden. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Tom. 37, 1881.

[2]) Ed. van Beneden, Recherches sur les Dicyémides. Bull. Académie Belgique. Bruxelles 1876. C. O. Whitman, A Contribution to the Embryology, Life History and Classification of the Dicyemids. Mittheilungen aus der zool. Station. Neapel, Tom. IV, 1882.

ende der *Dicyemiden* zwei oder vier Zellen buckelförmig vor. Die Fortpflanzungszellen liegen in der Achsenzelle und gestalten sich zu zweierlei Embryonen, „wurmförmigen" und „infusorienförmigen", welche sich auf verschiedene Individuen (nematogene und rhombigene) vertheilen. Nach Whitman sollen einzelne Individuen in der Jugend infusorienförmige, später wurmförmige Embryonen erzeugen.

Bei den *Orthonectiden* ist der Leib äusserlich geringelt, und die innere Zellenmasse aus einem Haufen von Zellen gebildet, über welchen unterhalb des Ectoderms eine Lage von Muskelfasern verläuft. Es wurden männliche und weibliche Thiere, letztere wieder in zwei Formen unterschieden. Die cylindrischen Weibchen lassen ihre Eier austreten, bei den abgeplatteten gelangen die letzteren im Körper des Mutterthieres zur Entwicklung.

3. Ordnung. **Cestodes**[1]**, Bandwürmer.**

Langgestreckte, meist gegliederte Plattwürmer ohne Mund- und Darmapparat, mit Haftorganen an dem als Kopf bezeichneten Vorderende.

Die an ihrem bandförmigen, in der Regel gegliederten Leibe kenntlichen, im Darmcanal von Wirbelthieren schmarotzenden Bandwürmer wurden früher allgemein für Einzelthiere gehalten. Erst seit Steenstrup brach sich eine abweichende Auffassung Bahn, welche in dem Bandwurme eine Kette von Einzelthieren, einen Thierstock, dagegen in dem einen selbstständigen Geschlechtsapparat enthaltenden Bandwurmgliede, der *Proglottis,* das Individuum erkannte. Obgleich nun in der Mehrzahl der Fälle die Gliedstücke des Körpers als Proglottiden zur Lostrennung kommen, ja sogar in vielen Fällen *(Echineibothrium)* nach der Lösung vom Gesammtkörper des Bandwurmes bedeutend fortwachsen und geraume Zeit selbstständig existiren, so gibt es doch auch Cestoden *(Caryophyllaeus),* welche der äusseren Gliederung entbehren und nur einen einzigen Geschlechtsapparat enthalten. Zum Verständniss der gegliederten Kettenform mit in den Proglottiden sich wiederholendem Ge-

---

[1]) Ausser den älteren Werken und Schriften von Pallas, Zeder, Bremser, Rudolphi, Diesing u. A. vergl. van Beneden, Les vers cestoïdes ou acotyles. Bruxelles 1850. Küchenmeister, Ueber Cestoden im Allgemeinen und die des Menschen insbesondere. Dresden 1853. v. Siebold, Ueber die Band- und Blasenwürmer. Leipzig 1854. G. Wagener, Die Entwicklung der Cestoden. Nov. Act. Leop.-Car., Tom. XXIV, Suppl., 1854, Derselbe, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer. Haarlem 1857. R. Leuckart, Die Blasenbandwürmer und ihre Entwicklung. Giessen 1856. Derselbe, Die menschlichen Parasiten. 2. Aufl., Tom. I. F. Sommer und L. Landois, Ueber den Bau der geschlechtsreifen Glieder von Bothriocephalus latus. Zeitschr. für wiss. Zool., 1872. Th. Pintner, Untersuchungen über den Bau des Bandwurmkörpers. Arbeiten aus dem zool. Institut etc. zu Wien 1880. M. Braun, Zur Entwicklungsgeschichte des breiten Bandwurmes (Bothriocephalus latus). Würzburg 1883. Hugo Schauinsland, Die embryonale Entwicklung der Bothriocephalen. Jen. Zeitschr., Tom. XIX, 1885. L. Niemiec, Untersuchungen über das Nervensystem der Cestoden. Arbeiten des zoolog. Instituts. Wien, Tom. VII, Heft I, 1887. Fr. Zschokke, Recherches sur la structure anatomique et histologique des Cestoides. Génève 1888. B. Grassi und G. Rovelli, Embryologische Forschungen an Cestoden. Centralbl. für Bakteriologie. Tom. V, 1889. O. Hamann, In Gammarus pulex lebende Cysticercoiden mit Schwanzanhängen. Jen. naturw. Zeitschr., 1889. C. Claus, Zur morphologischen und phylogenetischen Beurtheilung des Bandwurmkörpers. Arbeiten aus dem zoolog. Institute der Universität Wien. Tom. VIII, Heft 3, 1889.

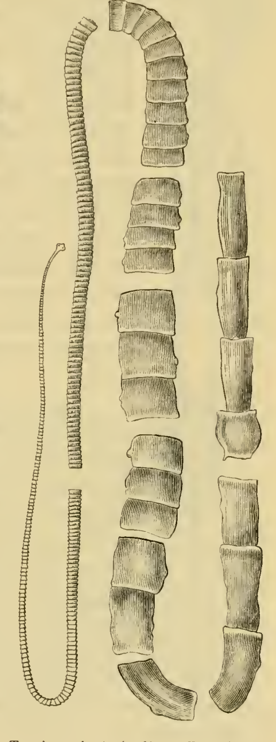
schlechtsapparate wird man von der ungegliederten Form als der ursprünglichen ausgehen und daher die Individualität des gesammten Bandwurmleibes aufrecht erhalten, zugleich aber innerhalb derselben die morphologisch untergeordnete Individualitätsstufe der Proglottis anerkennen. Diese Auffassung ist die einzig zutreffende, zumal nur der Vergleich des gesammten Bandwurmes, nicht etwa der *Proglottis* mit dem Körper der Trematoden statthaft ist, von denen die Cestoden durch Vereinfachung der Organisation unter Verlust des Darmcanals abzuleiten sind, wie sich auch in der Entwicklung beider homologe Stadien (*Cercaria, Cysticercoid* und *Cysticercus*) wiederholen.

Fig. 341.

Kopf von *Taenia solium*, von der Scheitelfläche gesehen, mit Rostellum und doppeltem Hakenkranz, sowie mit vier Sauggruben.

Der vordere verschmälerte Körpertheil des Bandwurmes vermag sich mit seinem kopfartig angeschwollenen Ende, dem *Bandwurmkopfe,* festzuheften. Sehr schwach und nur durch eine lappige, gefranste Ausbreitung gebildet, ist die Kopfbewaffnung bei *Caryophyllaeus.* Häufig endet der Kopf mit einem Zapfen, *Rostellum,* dem ein doppelter Kranz von Haken aufsitzt, während vier Sauggruben die Seitenflächen des Kopfes einnehmen *(Taenia)* (Fig. 341). In anderen Fällen sind nur zwei Sauggruben vorhanden *(Bothriocephalus),* oder es treten complicirter gebaute, mit Haken besetzte Sauggruben *(Acanthobothrium)* auf, oder vier hervorstülpbare, mit Widerhaken besetzte Rüssel (*Tetrarhynchus,* Fig. 343) bilden die Bewaffnung, die in einer Reihe anderer Gattungen mannigfache besondere Formen bieten kann.

Fig. 342.



Taenia saginata (mediocanellata) in natürlicher Grösse, nach R. Leuckart.

Der auf den Kopf folgende, als Hals bezeichnete Abschnitt zeigt in der Regel die ersten Spuren beginnender Gliederung; die anfangs noch undeutlich abgesetzten Querringel werden zu kurzen, dann in continuirlicher Aufeinanderfolge zu längeren und breiteren Gliedern, den *Proglottiden,* welche sich mit ihrer Entfernung vom Kopfe bestimmter abgrenzen (Fig. 342). Am hinteren Abschnitt des Bandwurmes erlangen die Glieder den grössten Umfang und

die Fähigkeit der Loslösung; sie trennen sich vom Bandwurm ab und leben eine Zeit lang isolirt, zuweilen sogar an demselben Aufenthaltsorte fort.

Dem einfachen äusseren Bau entspricht auch eine einfache innere Organisation. Unter der Cuticula-ähnlichen äusseren Membran breitet sich eine Lage kleiner, in Fasern auslaufender Zellen aus, die man früher als Hypodermis betrachtete. Dieselbe entspricht jedoch wahrscheinlich einer Bindegewebsschicht mit feingranulirter Intercellularsubstanz, in welcher schlauchförmige Drüsenzellen eingestreut sind. Dann folgt das zellig-bindegewebige Parenchym, in welchem mächtige Bündel von Längsmuskelfasern, sowie eine innere Lage von Ringmuskeln eingebettet sind; beide werden vornehmlich an den Seiten des Leibes von dorsoventralen Fasergruppen durchsetzt. Die wechselnde Zusammenziehung aller dieser Muskeln bedingt den überaus grossen Formenwechsel der Proglottiden, die sich unter Zunahme der Breite und Dicke bedeutend verkürzen und unter beträchtlicher Verschmälerung zu doppelter Länge ausdehnen können. Das bindegewebige Leibesparenchym enthält nicht nur die Muskeln, sondern alle übrigen Organe eingebettet. In seinen peripherischen Partien, vornehmlich in der Nähe des Kopfes, liegen in demselben kleine, dicht gehäufte Kalkconcremente, welche als verkalkte Bindegewebszellen betrachtet werden.

Fig. 343.

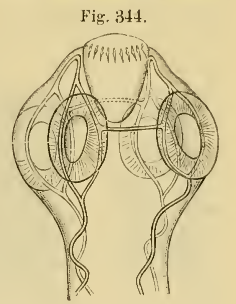


Junger *Tetrarhynchus* mit beginnender Gliederung. Man sieht die vier Wassergefässstämme mit d. Endblase *(B)*, sowie die Verbindungsschlinge im Kopfe.

Das *Nervensystem* wird von zwei seitlichen, an der äusseren Seite der Wassergefässstämme verlaufenden Strängen gebildet, deren etwas verdickte Enden im Kopfe durch eine Querbrücke verbunden sind, welche mit jenen die Kopfganglien repräsentirt. Ausgesprochene *Sinnesorgane* fehlen, indessen wird man der Hautoberfläche, vornehmlich der des Kopfes und der Sauggruben, *Tastvermögen* zuschreiben können. Desgleichen fehlt ein *Verdauungscanal.* Die bereits zur Resorption fähige Nahrungsflüssigkeit dringt endosmotisch durch die gesammte Körperwandung in das Leibesparenchym ein. Dagegen erreicht der *Excretionsapparat* als ein vielfach ramificirtes, die ganze Körperlänge durchziehendes Canalsystem einen bedeutenden Umfang. Es sind ursprünglich je zwei (ein dorsaler und ventraler) an den Seiten verlaufende Längscanäle vorhanden, welche im Kopfe durch Querschlingen in einander übergehen (Fig. 344) und bei den Taenien in den einzelnen Gliedern durch Queranastomosen in Verbindung stehen. Diese Längsstämme, deren Wand mit Ring- und Längsmuskelfasern bekleidet sein kann, sind jedoch nur die Ausführungsgänge eines sehr feinen, in allen Parenchymtheilen verzweigten Gefässsystems, in welches zahlreiche lange Röhrchen, mit geschlossenen, flackernden Geisselläppchen im Parenchym beginnend, einführen (Fig. 93 *a, b*). In vielen Fällen, wie bei *Liguliden* und *Caryophyl-*

laeus, spalten sich diese Längsstämme wieder in zahlreiche Längsgefässe, die durch Queranastomosen verbunden sind. In den Proglottiden erweitern sich oft die beiden ventralen Stämme auf Kosten der beiden dorsalen Stämme, welche auch ganz atrophiren können. Die Ausmündungsstelle des Wassergefässsystems liegt in der Regel am hinteren Leibesende, beziehungsweise am Hinterrande des letzten Gliedes, an welchem eine kleine Blase mit Excretionsporus die Längsstämme aufnimmt (Fig. 343). Selten kommen auch im Vorderende des Bandwurmes hinter den Sauggruben Oeffnungen des Excretionsapparates hinzu.

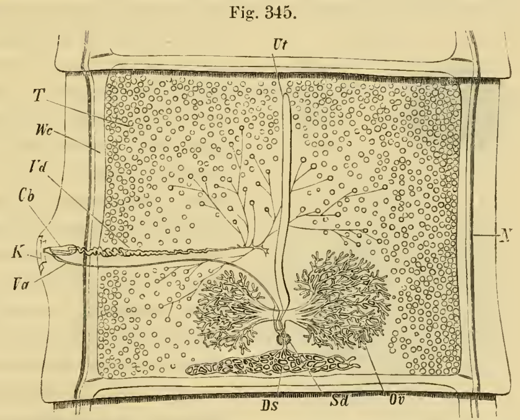
Fig. 344.



Kopf einer *Taenia* mit den vier Saugnäpfen und den Gefässschlingen noch in Zeichnung, von Th. Pintner.

Den Proglottiden entsprechend gliedert sich auch der Geschlechtsapparat. Jede Proglottis hat ihre besonderen männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane und kann deshalb in den Fällen von völliger Lostrennung als Geschlechtsindividuum niederer Ordnung betrachtet werden. Der männliche Apparat besteht aus zahlreichen birnförmigen Hodenbläschen, welche der Dorsalseite zugekehrt sind und deren Vasa efferentia in einen gemeinsamen Ausführungsgang münden. Das geschlängelte Ende dieses letzteren liegt in einem muskulösen Beutel *(Cirrusbeutel)* und kann aus demselben als sog. *Cirrus* durch die Geschlechtsöffnung hervorgestülpt werden. Derselbe erscheint häufig mit rückwärts gerichteten Spitzen besetzt und dient als Copulationsorgan. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus *Ovarium, Dotterstock* (Eiweissdrüse), *Schalendrüse*, *Fruchtbehälter* und *Vagina* (Begattungscanal nebst Receptaculum), welche letztere in der Regel unterhalb der männlichen Geschlechtsöffnung meist in einem gemeinsamen umwallten Geschlechtsporus ausmündet. Entweder liegt dieser auf der Bauchfläche des Gliedes *(Bothriocephalus)*, oder am Seitenrande

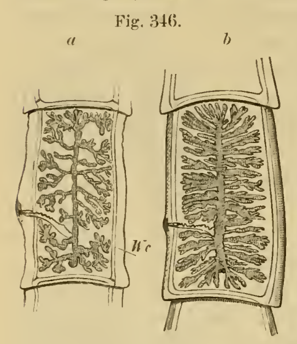
Fig. 345.



Proglottis von *Taenia mediocanellata* im Stadium männlicher und weiblicher Reife, nach Sommer. *Ov* Ovarium, *Ds* Dotterstock (Eiweissdrüse), *Sd* Schalendrüse, *Ut* Uterus, *T* Hodenbläschen, *Vd* Vas deferens, *Cb* Cirrusbeutel, *K* Kloake, *Va* Vagina (Begattungscanal), *Wc* Wassergefässcanal, *N* Nervenstrang.

(Taenia) und dann alternirend bald rechts, bald links (Fig. 345). Indessen kommt es auch vor, dass beide Geschlechtsöffnungen in weitem Abstand getrennt liegen, dass die männliche Oeffnung am Seitenrande, die weibliche auf der Fläche der Glieder ihre Lage hat. Auch kann sich der Geschlechtsapparat in den Seitenhälften der Proglottis paarig wiederholen, in welchem Falle die Oeffnungen rechts und links liegen *(Dipylidien)*. Bei den *Bothriocephaliden* besitzt der Fruchtbehälter seine besondere, von der des Begattungscanals wohl zu unterscheidende Ausmündung hinter jener auf der Fläche des Gliedes.

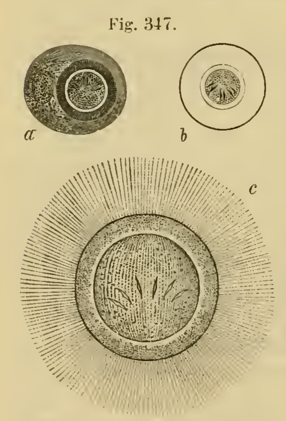
Fig. 346.



Zur Trennung reife Proglottis, *a* von *Taenia solium*, *b* von *Taenia mediocanellata*, *Wc* Wassergefässcanal.

Mit der Grössenzunahme der Glieder, welche mit der Entfernung derselben vom Kopfe zunimmt, schreitet die geschlechtliche Ausbildung allmälig von vorn nach hinten vor. Wohl allgemein tritt die männliche Geschlechtsreife etwas früher als die weibliche ein, dann erfolgt die Begattung und mit ihr die Anfüllung der Samenblase *(Receptaculum seminis)* mit Samenfäden und erst nachher die Reife der weiblichen Geschlechtsorgane. Im Laufe dieses Vorganges werden die Eier befruchtet und in den Fruchtbehälter übergeführt, welcher erst allmälig, je mehr er sich mit Eiern füllt, seine charakteristische Form und Grösse erhält, während die Hoden, sowie auch die Ovarien und Dotterstöcke wieder resorbirt werden (Fig. 346). Nur die hinteren, zur Trennung reifen Proglottiden haben sämmtliche Phasen der geschlechtlichen Entwicklung durchlaufen und die Eier im Innern des Fruchtbehälters umschliessen bereits vollständig ausgebildete Embryonen. In der continuirlichen Aufeinanderfolge der Glieder erkennt man demnach den Entwicklungsgang für die Entstehung und allmälige Reifung der Geschlechtsorgane und Geschlechtsproducte, so dass die Zahl der Bandwurmglieder von der Anlage der Geschlechtsorgane an bis zum Auftreten der ersten Proglottiden mit entwickeltem Fruchtbehälter einen Ausdruck für die Anzahl der Stadien abgeben kann, welche jedes Glied durchlaufen muss.

Fig. 347.



Ei mit Embryo, *a* von *Taenia solium*, *b* von einer *Microtaenia*, *c* von *Bothriocephalus latus*, nach R. Leuckart.

Die Eier (Fig. 347) sind von runder oder ovaler Form und von geringer Grösse. Ihre Hülle ist einfach, oder auch aus mehrfachen dünnen Häuten zu-

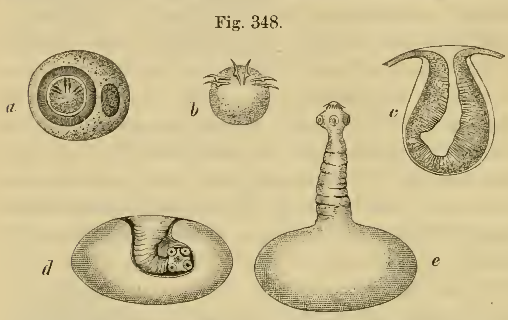
sammengesetzt, oder dieselbe stellt sich als feste dicke Kapsel dar, welche bei den *Cystotaenien* aus dicht neben einander stehenden, durch eine Zwischensubstanz verkitteten Stäbchen gebildet wird. Bei den *Taeniaden* fällt die Embryonalentwicklung mit der Bildung der Eischale zusammen, und das abzusetzende Ei enthält bereits einen fertigen sechs-, selten vierhakigen Embryo; bei vielen *Bothriocephaliden* entwickelt sich derselbe erst während des längeren Aufenthaltes des Eies im Wasser und verlässt mit Wimpern bekleidet die einfache Eihülle. Dies gilt für die dickschaligen Eier der Bothriocephalen, welche sich mittelst Deckels öffnen, nachdem sich der mit Wimpern bekleidete Embryo im Wasser entwickelt hat. Die aus dünnschaligen Eiern entwickelten Embryonen sind mit einer chitinigen Haut bekleidet, und gelangen wie bei vielen Taenien, bereits im Bandwurmkörper zur Entwicklung. Die Vorgänge der Embryonalentwicklung[1]) verhalten sich bei Taenien und Bothriocephalen ähnlich. Nur die von Nahrungsdotter oft ganz umschlossene Eizelle betheiligt sich an der Furchung. Die Furchung ist im Ganzen eine regelmässige, und schon frühzeitig tritt eine dicht am Eipole gelegene Zelle durch ihre Grösse hervor. Dieselbe scheint sich zu theilen und umwächst zugleich mit der zweiten an den anderen Pol gerückten Zelle die Embryonalzellen, um eine Hüllmembran zu bilden. Während der Nahrungsdotter mehr und mehr verbraucht wird, vollzieht sich an dem Haufen der Embryonalzellen eine Scheidung des einschichtigen Ectoblasts vom Entoblast. Jenes gestaltelt sich zu einer mantelartigen Rinde, die entweder zu einer chitinigen *(B. rugosus)* oder cilientragenden *(B. latus)* Hautschicht wird, während das Entoblast die sechs Embryonalhäkchen erzeugt und mit Rücksicht auf den späteren Verlust der Hülle und Hautschicht den Embryo- und Larvenkörper allein zusammensetzt. Da auch bei den *Taenien* ähnliche, später verloren gehende Embryonalhüllen erzeugt werden, hat man den Cestoden ein Ectoderm abgesprochen.

Die Entwicklung des Embryos, beziehungsweise der Larve zum Bandwurm erfolgt vielleicht in keinem Falle direct an demselben Aufenthaltsorte im Darmlumen des ursprünglichen Trägers. Als Regel kann eine complicirte, zuweilen *(Echinococcus, Coenurus)* mit Generationswechsel verbundene Metamorphose gelten, deren aufeinanderfolgende Stadien an verschiedenen Wohnplätzen leben, meist in verschiedenen Thierarten die Bedingungen ihrer Ausbildung finden und theils durch passive, theils active Wanderungen übertragen werden. Die Embryonen enthaltenden Eier der Taenien verlassen gewöhnlich mit den Proglottiden den Darm des Bandwurmträgers und gelangen auf Düngerhaufen, an Pflanzen oder auch in das Wasser und von hier aus mittelst der Nahrung in den Magen pflanzenfressender oder omnivorer Thiere. Nachdem in dem neuen Träger die Eihaut durch die Einwirkung des Magensaftes verdaut oder gesprengt worden, bohrt sich der im Magen oder Darm freige-

[1]) Vergl. besonders E. van Beneden, Recherches sur le développement embryonnaire de quelques Ténias. Archiv de Biologie, Vol. II, 1881. H. Schauinsland, Die embryonale Entwicklung der Bothriocephalen. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. XIX, 1886.

wordene Embryo mittelst seiner sechs (selten vier) Häkchen, deren Spitzen über die Peripherie des kleinen kugeligen Embryonalkörpers einander genähert und wieder entfernt werden, in die Magen- und Darmgefässe ein (Fig. 348). In diesen werden die Embryonen passiv mit der Blutwelle fortgetrieben und in den Capillaren der verschiedensten Organe, als Leber, Lunge, Muskeln, Gehirn etc., abgesetzt und wachsen nach Verlust ihrer Häkchen, in der Regel von einer bindegewebigen Cyste umkapselt, zu Bläschen mit wandständigem contractilen Parenchym und wässerigem Inhalt aus. Die Blase wird allmälig zur *Finne* oder zum *Blasenwurm*, indem von ihrer Wand in das Innere eine *(Cysticercus)*[1]) oder zahlreiche *(Coenurus)* Hohlknospen einwachsen, welche im Grunde ihrer Höhlung die Bewaffnung des Bandwurmkopfes in Form von Saugnäpfen und doppeltem Hakenkranz erhalten. Stülpt sich die Hohlknospe nach aussen um, so dass sie als äusserer Anhang der Blase erscheint, so zeigt sie die Form und Bewaffnung des sog. Bandwurmkopfes nebst Hals und bereits sich gliederndem Bandwurmleib. Es kann auch der Fall eintreten *(Echinococcus)*, dass die unregelmässig gestaltete Mutterblase von ihrer Wandung aus im Innern Tochter-[2]) und Enkelblasen erzeugt. An diesen Blasen nehmen die Bandwurmköpfchen in besonderen kleinen Brutkapseln ihren Ursprung (Fig. 349). Dann ist natürlich die Zahl der von einem Embryo entsprossenen Bandwurmköpfe eine enorme, und die aus demselben hervorgegangene Mutterblase kann einen sehr beträchtlichen Umfang, nicht selten die Grösse eines menschlichen Kopfes erreichen, dabei in Folge des in verschiedenen Richtungen ungleichen Wachsthums eine unregelmässige Form gewinnen. Dafür bleibt aber der zugehörige Bandwurm sehr klein und trägt meist nur eine einzige reife Proglottis (Fig. 350).

Fig. 348.



Entwicklungszustände von *Taenia solium* bis zum *Cysticercus*, zum Theil nach R. Leuckart. *a* Ei mit Embryo, *b* freigewordener Embryo, *c* Hohlzapfen an der Wand des Blasenwurmes (Anlage des Kopfes), *d* Finne mit eingestülptem Kopf, *e* dieselbe mit ausgestülptem Kopf, etwa viermal vergrössert.

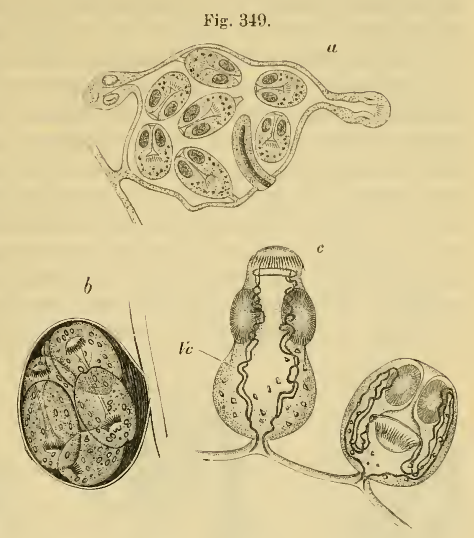
Im Finnenzustand und in dem Träger des letzteren scheint sich der Bandwurmkopf niemals zu dem geschlechtsreifen Bandwurm auszubilden, wenngleich derselbe in manchen Fällen zu einer ansehnlichen Länge aus-

[1]) Ausnahmsweise kommen zwei oder mehrere Köpfe bei manchen Cysticercusformen vor.

[2]) Auch bei Cysticerken *(C. longicollis, tenuicollis)* kommt die Abschnürung steriler Tochterblasen vor.

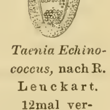
wächst *(Cysticercus fasciolaris* der Hausmaus). Die Finne muss in den Darmcanal eines neuen Thieres eintreten, damit der Bandwurmkopf *(Scolex)* nach seiner Trennung von der Wandung des Blasenkörpers in den Zustand des geschlechtsreifen Bandwurmes eintreten kann. Diese Uebertragung erfolgt durch den Genuss des finnigen Fleisches und der mit Blasenwürmern inficirten Organe auf passivem Wege, bedingt durch die Wechselbeziehungen des Naturlebens. Es sind daher vornehmlich Raubthiere, Insectenfresser und Omnivore, welche mit dem Leibe der zu ihrer Ernährung dienenden Thiere die in diesen vorhandenen Blasenwürmer in sich aufnehmen und die aus denselben hervorgehenden Cestoden im Darme beherbergen. Nach Verdauung der Blase wird im Magen der Bandwurmkopf als *Scolex* frei und tritt, durch die Kalkconcremente vor zu intensiver Einwirkung des Magensaftes geschützt, in den Dünndarm ein, heftet sich an der Darmwand fest und wächst unter allmäliger Gliederung in den Bandwurmleib aus. Aus dem *Scolex* geht die Kettenform, *Strobila,* durch ein mit Gliederung verbundenes Längenwachsthum hervor, welches auch als eine Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung (Sprossung in der Längsachse) aufgefasst worden ist. Da es aber der Leib des Scolex ist, welcher beim Wachsthum die Segmentirung erfährt, so können die freigewordenen Proglottiden nur als individualisirte Theilstücke desselben gedeutet werden. Daher ist die Bandwurmentwicklung eine durch Individualisirung bestimmter Entwicklungszustände charakterisirte Metamorphose. Nur für diejenigen Fälle, in welchen die Jugendform zahlreiche Bandwurmköpfe erzeugt, trifft die Deutung als Generationswechsel zu.

Fig. 349.



a Brutkapsel von *Echinococcus* mit in der Bildung begriffenen Köpfchen, nach R. Leuckart. *b* Brutkapsel, nach G. Wagener, *c* *Echinococcus*-Köpfchen noch im Zusammenhange mit der Wand der Brutkapsel, das eine ausgestülpt. *Vc* Excretionscanäle.

Fig. 350.



Taenia Echinococcus, nach R. Leuckart. 12mal vergrössert.

Indessen durchlaufen nur die sog. Blasenbandwürmer die Cysticercusform. Bei vielen Taenien (Mikrotaenien) wird der Cysticercus durch

eine *cysticercoide* Form vertreten, an welcher sich meist ein die Embryonalhäkchen tragender Anhang von einem grösseren Abschnitt mit dem eingestülpten Scolex abhebt (Fig. 351, 352 und 353). Cysticercoiden finden vornehmlich in wirbellosen Thieren die Bedingungen zur Entwicklung und wurden bisher in Gammariden, Cyclops, Insecten (Mehlwurm, Silpha, Ohrwurm, Floh, Hundelaus), Nachtschnecken und Oligochaeten (Regenwurm und Tubifex) gefunden. In seltenen Ausnahmsfällen können dieselben auch im Körper des Bandwurmträgers vorkommen, so dass dann die Entwicklung ohne Zwischenwirth erfolgt, nach Grassi bei der (mit *Taenia nana* identischen) *Taenia murina* und deren Cysticercoid in den Darmzotten der Ratte. Im Vergleich zum Cysticercus dürfte das Cysticercoid einem ursprünglichern Zustand entsprechen, dessen Beziehung zu der Jugendform der Distomeen in dem cercarienähnlichen Schwanzanhang unverkennbar hervortritt (Fig. 352). Da, wo derselbe dem Cysticercoid fehlt, dürfte derselbe ausgefallen, beziehungsweise.



Fig. 351. Cysticercoid von *Taenia cucumerina*, 60mal vergrössert. (Nach R. Leuckart.)

Fig. 352. Cysticercoid von *Taenia sinuosa* aus Gammarus pulex, nach O. Hamann.

Fig. 353. *Echinococcus*-ähnliches Cysticercoid aus der Leibeshöhle des Regenwurmes, nach E. Metschnikoff. *a* Brutkapsel mit drei Cysticercoiden, *b* Cysticercoid mit ausgestülptem Kopf.

einer äusseren Hülle ähnlich, um den Körper des Cysticercoids herumgeschlagen sein.

Bei den *Bothrocephaliden* tritt eine wesentliche Vereinfachung im Entwicklungsgang ein, indem der Embryo unter Ausfall der Blasenbildung zum Scolex wird, so dass dieser letztere der spätere Formzustand des Embryos selbst ist. Aber auch die vom Scolex erzeugten Glieder zeigen alsdann einen geringeren Grad der Individualisirung und trennen sich nicht mehr vom Bandwurmleibe, werden überhaupt nicht mehr gebildet. Kopf und Leib sind dann nicht abzugrenzen und repräsentiren nur ein einziges, auch durch die Einheit des Geschlechtsapparates charakterisirtes, den Trematoden vergleichbares Individuum *(Caryophyllaeus)* (Fig. 354), dessen Entwicklung als eine am Individuum freilich noch in zwei Trägern (die Jugendform in Tubificiden) sich vollziehende Metamorphose aufzufassen ist.

Der Gattung *Caryophyllaeus* schliesst sich am nächsten der im Leibesraum von Limicolen *(Tubifex rivulorum)* aufgefundene *Archigetes* an, ein

kleiner, mit einem Schwanzanhange versehener (noch die Embryonalhäkchen tragender) cercarienähnlicher Cestod, welcher ohne weitere Gliederung an diesem Aufenthaltsort geschlechtsreif und deshalb als sexuell entwickeltes *Cysticercoid* angesehen wird. Während derselbe einerseits seiner Form nach den Vergleich mit einer Cercarie gestattet, wirft derselbe andererseits ein gewisses Licht auf die Bedeutung der Cysticerkenblase, welche dem hinteren Abschnitt des Wurmleibes entspricht und den eingestülpten Vorderkörper als Schutzapparat umschliesst. Wenn wir nicht im Zweifel sein können — zumal im Hinblick auf Zwischenformen von Trematoden und Cestoden, wie *Amphilina* und *Amphiptiches* — diese von reducirten Trematoden mit rückgebildetem Ernährungsapparat und modificirtem, an das Vorderende gerücktem Haftapparat abzuleiten, so werden wir auch für das Auftreten der Blasenwurmform phylogenetisch eine Erklärung gewinnen, indem wir sie nicht als ursprünglichen, sondern als secundären, erst durch Anpassung veränderten und in Folge der besonderen Lebensverhältnisse erworbenen Zustand aufzufassen haben. Diese Jugendformen würden sich in fremde Träger verirrt, in diesen zu vereinfachten, anfangs exceptionellen (vergl. die Lehre v. Siebold's von den Finnen als verirrten hydropischen Bandwürmern), später normal gewordenen Zwischenstadien ausgebildet haben, um in den primären Wirth zurückgeführt, unter Verlust gewisser, zeitweiligen Lebensverhältnissen angepasster Theile zu Geschlechtsthieren zu werden.

Fig. 354.

Caryophyllaeus mutabilis, nach V. Carus (Icones). *W* Wassergefässe, *H* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Vs* Vesicula seminalis, *P* Penis, *Ov* Ovarium, *D* Dotterstock, *Dg* Dottergang, *Ut* Uterus, *Rs* Receptaculum seminis.

Fam. *Caryophyllaeidae*. Körper gestreckt und ungegliedert, mit gefaltetem Vorderrand, ohne Haken, mit acht und mehr geschlängelten Längscanälen des Excretionsapparates. Geschlechtsapparat einfach. Entwicklung eine vereinfachte Metamorphose. *Caryophyllaeus mutabilis* Rud., Nelkenwurm. (Fig. 354.) Darm der Cyprinoiden. Die Jugendform lebt vielleicht in *Tubifex rivulorum*, falls der von d'Udekem beobachtete Helminth dieselbe vorstellt. In diesem Wurme lebt aber noch ein zweiter, schon von Ratzel beobachteter und jüngst von R. Leuckart näher untersuchter Parasit, der sich als geschlechtsreifer (freilich noch mit einem die Embryonalhäkchen tragenden Anhang behafteter) Cestod erwiesen hat. *Archigetes Sieboldii* Lkt. Mit zwei schwachen Sauggruben am Vorderende und Schwanzanhang (Fig. 356).

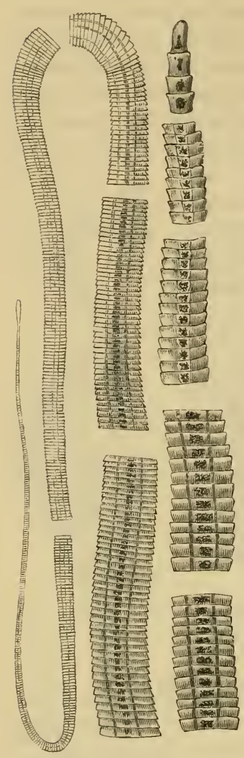
Fam. *Ligulidae (Pseudophyllidae)*. Meist ohne eigentliche Sauggruben, bald mit Haken, bald ohne Haken. Der Bandwurm ohne Gliederung, jedoch mit Wiederholung des Geschlechtsapparates. Leben in der Leibeshöhle von Knochenfischen und im Darm von Vögeln. *Ligula* Bloch. Körper bandförmig, ungegliedert. *L. simplicissima* Rud., in der Leibeshöhle von Fischen und im Darme von Wasservögeln. *L. tuba* v. Sieb., im Darme der Schleihe.

Fam. *Bothriocephalidae*. Mit nur zwei schwachen und flachen Sauggruben. Die Geschlechtsorgane münden in der Regel auf der Fläche der Proglottis. Die Proglottiden trennen sich nicht einzeln. Blasenwurmstadium durch einen eingekapselten Scolex repräsentirt (Fig. 355 *b*).

Bothriocephalus Brems. Bandwurmleib gegliedert, Kopf mit zwei randständigen Gruben, ohne Haken. Genitalöffnungen auf der Mitte der Bauchfläche. Der Jugendzustand

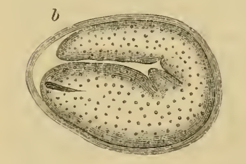
meist in Fischen. *B. latus* Brems., der grösste menschliche Bandwurm von 24—30 Fuss Länge, vornehmlich in Russland, Polen, in der Schweiz und im südlichen Frankreich (Fig. 355 *a*). Die geschlechtsreifen Glieder sind breiter als lang (circa 10—12 Mm. breit und 3—5 Mm. lang) und trennen sich nicht isolirt, sondern in grösseren Abschnitten vom Bandwurmleib. Die Glieder des letzten Abschnittes erscheinen jedoch schmäler und länger. Kopf keulenförmig, mit zwei spaltförmigen Gruben. Die Genitalöffnungen (Fig. 357) liegen in der Mitte des Gliedes übereinander. Die obere grössere führt in den männlichen Geschlechtsapparat, zunächst in einen muskulösen, im Cirrusbeutel eingeschlossenen und als Cirrus ausstülpbaren Endabschnitt des Samenleiters. Dieser verläuft mehrfach geschlängelt, in der Längsrichtung des Gliedes an der Rückenfläche und spaltet sich in zwei Seitenäste, welche die Ausführungscanälchen der zarten in den Seitenpartien des Mittelfeldes gelegenen Hodensäckchen aufnehmen. Die unterhalb des Cirrusbeutels befindliche Oeffnung führt in die häufig mit Samen erfüllte Vagina, welche ziemlich gerade median an der Bauchfläche herabläuft und durch ein enges kurzes Canälchen mit der Schalendrüse in Verbindung steht. In weitem Abstand von den beiden oberen Oeffnungen mündet die Oeffnung des schlauchförmigen Fruchtbehälters, dessen rosettenförmige Faltung in der Mitte des Gliedes eine eigenthümliche Figur (*Wappenlilie*, Pallas) erzeugt. Nahe am Hinterrande des Gliedes münden in den engen, gewundenen Anfangstheil des Uterus die Ausführungsgänge der in den Seitenfeldern als gelbe Körnerhaufen gelagerten Dotterstöcke und der Ovarien (Keimstöcke) in die *Schalendrüse* ein. Die Eier entwickeln sich im Wasser und springen mittelst einer deckelartigen Klappe am oberen Pole der Eischale auf. Der ausschlüpfende Embryo trägt ein Flimmerkleid (Fig. 347 *c*) und schwimmt mittelst dessen eine Zeitlang im Wasser umher. Braun hat in neuester Zeit nachgewiesen, dass der Hecht und die Quappe die Träger der scolexförmigen Jugendformen von Bothriocephalus sind. *B. cordatus* R. Lkt. Mit grossem herzförmigen Kopf ohne fadenförmigen Halstheil, mit zahlreichen Einlagerungen von Kalkkörperchen im Parenchym, wird nur circa 1 Fuss lang, im Darm des Menschen und des Hundes in Grönland. *B. liguloides* R. Lkt., Jugendform von 20 Cm. im subperitonealen Bindegewebe des Menschen in China und Japan. *B. rugosus* Rud., in dem Darm der Quappe.

Fig. 355 *a*.

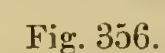


Bothriocephalus latus, nach R. Leuckart.

b



Larve eines *Bothriocephalus* aus dem Stint, nach R. Leuckart.





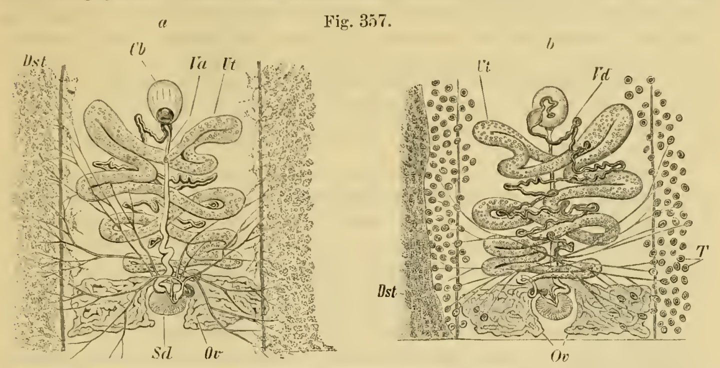
Archigetes Sieboldii Lkt. Nach R. Leuckart.

Schistocephalus Crepl. Der gespaltene Kopf jederseits mit einer Sauggrube. Bandwurmleib gegliedert. *S. solidus* Crepl., lebt in der Leibeshöhle des Stichlings, gelangt von da in das Wasser und wird geschlechtsreif im Darm der Wasservögel. *Triaenophorus* Rud. Kopf nicht abgesetzt, mit zwei schwachen Sauggruben und mit zwei Paar dreizackigen

Haken. Der Leib entbehrt der äusseren Gliederung. Genitalöffnungen randständig. *T. nodulosus* Rud., im Hechtdarm, unreif eingekapselt in der Leber von Cyprinus.

Hier schliessen sich die Familien der *Tetrarhynchidae (Tetrarhynchus lingualis* Cuv., lebt als Jugendzustand in Schollen, ausgebildet im Darme von Rochen und Haien) und *Tetraphyllidae (Echineibothrium minimum* van Ben.) an.

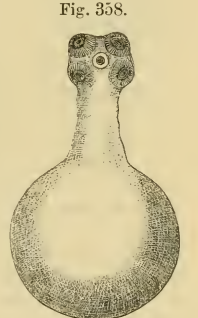
Fig. 357.



Geschlechtsorgane einer reifen Proglottis von *Bothriocephalus latus*, nach Sommer und Landois (mit Weglassung der seitlichen Gliedtheile). *a* von der Bauchfläche, *b* von der Rückenfläche dargestellt. *Ov* Ovarium, *Ut* Uterus, *Sd* Schalendrüse, *Dst* Dotterstock, *Va* Vagina mit Oeffnung, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Cb* Cirrusbeutel.

Fam. *Taeniadae.* Kopfbewaffnung aus vier muskulösen Saugnäpfen gebildet, zu denen häufig noch ein einfacher oder doppelter Hakenkranz auf dem Stirnzapfen *(Rostellum)* der Scheitelfläche hinzukommt. Proglottiden meist mit randständiger Geschlechtsöffnung, Vagina meist lang, am Ende zu einer Samenblase erweitert. Uterus geschlossen. Jugendznstände cysticerk oder cysticercoid, selten ganz ohne Schwanzblase.

Fig. 358.



Cysticercus von *Taenia mediocanellata*, etwa achtmal vergrössert, mit ausgestülptem Kopf.

Subfam. *Cystotaeniae.* Blasenbandwürmer, Rostellum mit doppeltem Hakenkranz — von seltenen Ausnahmen abgesehen — vorhanden. Entwicklung mittelst Blasenwürmer.

Taenia L. (*Cystotaenia* R. Lkt.). Die Köpfe entstehen direct an der Blase des Cysticercus. *T. solium* L. Von circa 3 Meter Länge. Der doppelte Hakenkranz aus 26 Haken zusammengesetzt (Fig. 341). Die reifen Proglottiden etwa von 10 Mm. Länge und 5 Mm. Breite, der Eierbehälter mit 7—10 dendritischen Verzweigungen (Fig. 346 *a*). Lebt im Darm des Menschen. Der zugehörige Blasenwurm, als Finne, *Cysticercus cellulosae*, bekannt, lebt vornehmlich in dem Unterhautzellgewebe und in den Muskeln des Schweines, aber auch im Körper des Menschen (Muskeln, Augen, Gehirn), in welchem bei Vorhandensein der Taenie Selbstansteckung mit Finnen möglich ist, selten auch in den Muskeln des Rehes, des Hundes und der Katze. Im Gehirn des Menschen wächst die Finne in blasig ausgebuchtete Stränge aus, zuweilen ohne einen Kopf zu erzeugen. *T. mediocanellata* Küchenm., im Darme des Menschen, bereits von älteren Helminthologen als Varietät der *T. solium* unterschieden und von Goeze als *saginata* bezeichnet (Fig. 342). Kopf ohne Hakenkranz und Rostellum, aber mit vier um so kräftigeren Sauggruben. Der Bandwurm wird 4 Meter lang und erscheint viel stärker und feister. Die reifen Proglottiden circa 18 Mm. lang und 7—8 Mm. breit. Der Eierbehälter bildet 20—35 dichotomische Seitenzweige (Fig. 346 *b*). Die zugehörige Finne lebt in den Muskeln des Rindes (Fig. 358). Scheint vornehmlich in den wärmeren Gegenden

der alten Welt verbreitet, findet sich aber auch im Norden an manchen Orten vorherrschend. *T. serrata* Goeze, im Darmcanal des Jagdhundes, mit der als *Cysticercus pisiformis* bekannten Finne in der Leber des Hasen und Kaninchens. *T. crassicollis* Rud. der Katze mit *Cysticercus fasciolaris* der Hausmaus. *T. marginata* Batsch des Hundes (Fleischerhund) und Wolfes mit *Cysticercus tenuicollis* aus dem Netze der Wiederkäuer und Schweine, auch gelegentlich des Menschen *(Cyst. visceralis)*. *T. crassiceps* Rud. des Fuchses mit *Cysticercus longicollis* aus der Brusthöhle der Feldmäuse. *T. coenurus* v. Sieb., im Darme des Schäferhundes, mit *Coenurus cerebralis*, Quese oder Drehwurm, im Gehirn einjähriger Schafe als Finnenzustand. Uebrigens wurde das Vorkommen des Coenurus auch an anderen Orten, wie z. B. in der Leibeshöhle des Kaninchens, constatirt. *T. tenuicollis* Rud. im Darme des Wiesels und Iltisses mit einem Cysticercus, der nach Küchenmeister in den Lebergängen der Feldmaus lebt.

T. (*Echinococcifer* Weinl.) Die Köpfe sprossen an besonderen Brutkapseln und differenziren sich in der Art, dass ihre Einstülpung dem Lumen der Blase zugewendet ist. *T. echinococcus* v. Sieb., im Darme des Hundes, 3—4 Mm. lang, nur wenige Proglottiden bildend (Fig. 350). Die Haken des Kopfes zahlreich, aber klein. Der zugehörige Blasenwurm (Hülsenwurm), durch die bedeutende Dicke der geschichteten Cuticula ausgezeichnet, lebt als *Echinococcus* vornehmlich in der Leber und Lunge des Menschen *(E. hominis)* und der Hausthiere *(E. veterinorum)*. Die erstere Form, wegen der häufigen Production von Tochter- und Enkelblasen auch als *E. altricipariens* bezeichnet, erlangt meist eine viel bedeutendere Grösse und durch Aussackungen eine sehr unregelmässige Gestaltung, während die der Hausthiere *(E. scolicipariens)* häufiger die Gestalt der einfachen Blase beibehält. Uebrigens bleiben die Echinococcusblasen nicht selten steril, ohne Brutkapseln, sog. *Acephalocysten*. Eine andere, und zwar pathologische Form ist der sog. multiloculäre Echinococcus, der lange Zeit für ein Alveolarcolloid, Gallertkrebs, gehalten wurde. Derselbe kommt auch bei Säugethieren vor (Rind) und zeigt hier oft eine täuschende Aehnlichkeit mit conglomerirten Tuberkelknoten. Sehr verbreitet war die *Echinococcuskrankheit (Hydatidenseuche)* in Island, auch in Mecklenburg. Ebenso scheint diese Krankheit in Australien an manchen Orten endemisch.

Subfam. *Microtaeniae*. Das Rostellum fehlt häufig oder ist unbewaffnet oder aber mit kleinen Häkchen besetzt. Entwicklung durch cysticercoide Jugendzustände.

1. *Dipylidia*. Microtaenien mit paarig sich wiederholendem Geschlechtsapparat und randständigen Genitalöffnungen jederseits.

T. (Microtaenia.) Der finnenähnliche cysticercoide Jugendzustand von geringer Grösse und mit wenig Flüssigkeit in dem kleinen, der Blase entsprechenden Abschnitt. Bandwurmkopf klein, aber mit einem keulenförmigen oder rüsselartigen, schwache Haken tragenden Rostellum. Eier mit mehrfachen Hüllen. Embryonen meist mit grossen Haken. Die cysticercoiden Jugendformen leben vornehmlich in Wirbellosen, in Wegschnecken, Insecten etc., seltener in kaltblütigen Wirbelthieren (Schleihe). *T. cucumerina* Bloch., im Darme der Stubenhunde, aber auch im menschlichen Darme. Das Cysticercoid (Fig. 351) lebt (nach Melnikoff und R. Leuckart) in der Leibeshöhle der Hundelaus und des Flohes. Die Infection mit Cysticercoiden geschieht dadurch, dass der Hund den ihn belästigenden Parasiten verschluckt, während der Parasit die mit dem Koth an die Haut geriebenen Eier frisst. Identisch ist *T. elliptica* Batsch., im Darme der Katze. *T. expansa* Rud., im Schafe. *T. denticulata* Rud., im Rind. *T. pectinata* Goeze und *T. Leuckarti* Riehm, im Hasen.

2. *Brachytaeniae*. Von sehr breiter, kurz geringelter Körperform und seitlicher Ausmündung des Geschlechtsapparates. *T. perfoliata* Goeze *(T. plicata* Rud. noch unausgewachsene Jugendform), im Pferd. *T. mamillana* Mehl, im Pferd. *T. nana* Bilh. v. Sieb., im Darm der Abyssinier, auch in Sicilien beobachtet, von kaum Zolllänge, nahe verwandt, wenn nicht identisch mit *T. murina*, deren Cysticercoid sich nach Grassi und Rovelli ohne Zwischenwirth in den Darmzotten der Ratte entwickelt. *T. flavopunctata* Weinl., im menschlichen Darm, von Weinland in Nordamerika entdeckt, aber auch von Grassi in

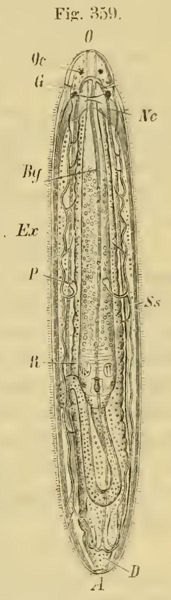
Italien gefunden und als identisch mit *T. diminuta* Rud. = *leptocephala* Crepl. der Ratte betrachtet.

Eine besondere Gruppe von Taenien bilden die Taenien mit flächenständigen Genitalöffnungen. *T. litterata* Batsch. *T. lineata* Goeze im Darm des Hundes. Zu einer anderen Gruppe gehören die Taenien aus dem Darm der Vögel. *T. sinuosa* Zed., im Darm der Gans und Ente. *T. tenuirostris* aus Merganser und Anas, beide mit geschwänzten Cysticercoiden aus Gammarus, als Jugendformen.

4. Ordnung. Nemertini [1]) = Rhynchocoela, Schnurwürmer.

Langgestreckte, häufig bandförmige Plattwürmer, mit geradem, mittelst Afteröffnung ausmündendem Darm, gesondertem vorstülpbaren Rüssel, mit Blutgefässen, meist mit zwei Wimpergruben am Kopftheil, getrennten Geschlechts.

Fig. 359.



Tetrastemma obscurum, nach M. Schultze. Junges Exemplar von drei Linien Länge. *O* Mund, *D* Darm, *A* After, *Bg* Blutgefässe, *R* Rüssel mit Stilet, *Ex* seitliche Stämme des Wassergefässsystems, *P* Poren derselben, *G* Seitenorgan, *Nc* Nervencentrum, *Ss* seitliche Nervenstämme, *Oc* Augen.

Die Schnurwürmer sind nicht nur durch ihre langgestreckte Leibesform, sondern auch durch ihre bedeutende Körpergrösse und hohe Organisation ausgezeichnet. Unter der Haut, welche Pigmente, sowie flaschenförmige Schleimdrüsen enthält, breiten sich mächtige, von Bindegewebe durchsetzte Muskelschichten aus. Durch das Vorhandensein eines ectodermalen Enddarmes hat der geradgestreckte, die ganze Länge des Körpers durchsetzende Darmcanal eine Afteröffnung erhalten. Stets findet sich am vorderen Körperende oberhalb des Munddarmes ein langer vorstülpbarer, zuweilen mit stiletförmigen Stacheln bewaffneter schlauchförmiger Rüssel, welcher vor der Mundöffnung durch eine besondere Oeffnung hervortritt und in eine kräftige, von der Leibeshöhle getrennte Muskelscheide zurückziehbar ist (Fig. 359). Derselbe enthält im Grunde seines Hauptabschnittes bei zahlreichen Nemertinen *(Hoplonemertinen)* einen grösseren, nach vorne gerichteten Stachel und zu dessen Seiten in Nebentaschen mehrere kleine Nebenstacheln. Der dahinter gelegene drüsige Rüsselabschnitt, an welchen sich Retractoren befestigen, ist mit Claparède als Giftapparat aufzufassen. Beim Hervorstrecken des Rüssels rückt die am blindgeschlossenen Grunde angebrachte Stachelbewaffnung an die äusserste Spitze. Das

---

[1]) A. de Quatrefages, Mémoire sur la famille des Némertines. Ann. des sc. nat., Sér. 3, Tom. VI, 1846. Mc. Intosh, On the structure of the British Nemerteans. Transact. Edinb. Royal Soc., Tom. XXV, 1 und 2. Barrois, Mémoire sur l'Embryologie des Némertes. Paris 1877. Hubrecht, The genera of Europ. Nemerteans etc. Notes from the Leyden Museum, vol. I, 1879. Derselbe, Zur Anatomie und Physiologie der Nemertinen. Amsterdam 1880. R. Dewoletzky, Das Seitenorgan der Nemertinen. Arbeiten aus dem zool. Institute. Wien, Tom. VII, 1888.

Gehirn erlangt eine bedeutende Entwicklung, seine Hälften lassen mehrfache Abschnitte, gewöhnlich eine obere und untere Ganglienmasse, nachweisen und sind durch eine Quercommissur über dem Schlunde, zu der noch eine dorsale, den Rüssel umgreifende Commissur hinzukommt, verbunden. Die zwei unteren Ganglien setzen sich in die seitlichen Nervenstämme fort, welche in einzelnen Fällen *(Oerstedtia)* an der Bauchseite zusammenrücken. Die Nervenstämme enthalten nicht nur Nervenfasern, sondern einen Belag von Ganglienzellen, welche sich an den Abgangstellen von Nervenästen zu gangliösen Anschwellungen anhäufen können. Bei den Embryonen von *Prosorochmus Claparèdii* sollen die Nervenstämme mit einer Anschwellung enden. Am Kopftheil finden sich zwei stärker bewimperte, als Kopfspalten bezeichnete Einsenkungen, welche in besondere, von Nerven des Gehirns versorgte, als Sinneswerkzeuge fungirende sog. *Seitenorgane* führen. Augen kommen sehr verbreitet vor, und zwar in der Regel als Pigmentflecken, zuweilen mit eingelagerten lichtbrechenden Körpern. Nur selten, wie bei *Oerstedtia pallida,* finden sich zwei Otolithenblasen am Gehirn.

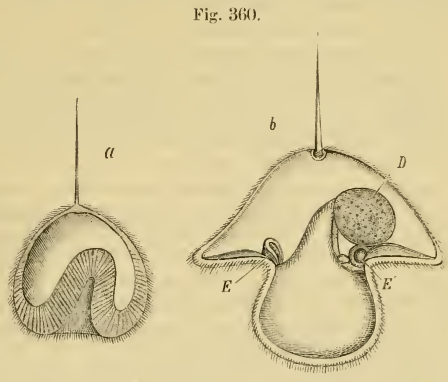
Die Nemertinen besitzen innere Dissepimente, welche auf Metameren bezogen worden sind, sowie ein *Blutgefässsystem.* Dasselbe besteht aus zwei geschlängelten Seitengefässen, in denen das Blut von vorne nach hinten strömt, und aus einem gerade gestreckten Rückengefäss mit umgekehrt gerichtetem Blutstrom. Das letztere ist am hinteren Körperende und in der Gegend des Gehirns durch weite Schlingen und im Verlaufe durch zahlreiche engere Queranastomosen mit ersteren verbunden. Die Gefässe haben contractile Wandungen. Das Blut ist meist farblos, bei einigen Arten jedoch röthlich gefärbt. Bei *Amphiporus splendens, Borlasia (Amphiporus) splendida* ist sogar die rothe Farbe (Hämoglobin) an die ovalen scheibenförmigen Blutkörperchen gebunden.

Die Schnurwürmer sind, von wenigen Ausnahmen abgesehen *(Borlasia hermaphroditica)*, getrennten Geschlechts. Beiderlei Geschlechtsorgane besitzen den gleichen Bau und erweisen sich als mit Eiern oder Samenfäden gefüllte Schläuche, welche in den Seitentheilen des Körpers zwischen den Taschen des Darmes liegen und durch paarige Oeffnungen der Körperwand nach aussen münden. Die ausgetretenen Eier bleiben häufig durch eine schleimige Gallerte verbunden und werden dann in unregelmässigen Massen oder als Eierschnüre abgesetzt, aus deren Mitte das Thier ähnlich wie der Blutegel aus dem Cocon hervorgekrochen ist. Einige Formen, wie *Prosorochmus Claparèdii* und *Tetrastemma obscurum,* sind lebendig gebärend.

Die Entwicklung ist bei den Eier legenden *Schizonemertinen* eine Metamorphose, bald mit bewimperten Larven, unter deren Hülle das spätere Thier direct seinen Ursprung nimmt (Desor's Larve), bald mit helmförmigen Larvenzuständen, welche früher als *Pilidium* beschrieben wurden. Im letzteren Falle entsteht nach Ablauf der totalen Furchung ein kugeliger bewimperter Embryo, welcher die Dotterhaut durchbricht, als freischwimmende Larve

durch Einstülpung die Darmanlage bildet und am gegenüberliegenden Vorderende eine lange Wimpergeissel gewinnt (Fig. 360 *a*). Zu den Seiten des Mundes wächst je ein breiter Lappen hervor, welcher von einer starken Wimperschnur umsäumt wird (Fig. 360 *b*). Die Anlage des Nemertinenleibes erfolgt vermittelst zweier vom Ectoderm aus eingestülpter Scheibenpaare, welche durch Verwachsung einen kahnförmigen, den Darmapparat aufnehmenden Keimstreifen herstellen. Derselbe entspricht dem Kopf und Bauch der späteren Nemertinen, während der Rücken erst später entsteht und der Rüssel als Einstülpung am Vorderende des Keimstreifens gebildet wird (Fig. 361). Später durchbricht der junge Nemertes die Reste des Larvenleibes. Die *Hoplonemertinen* entwickeln sich direct.

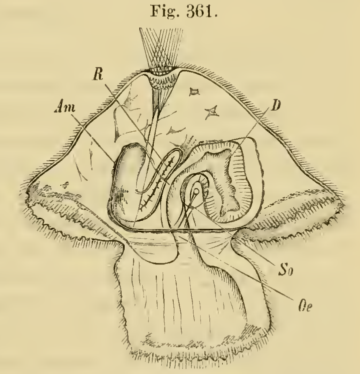
Fig. 360.



Pilidium, nach E. Metschnikoff. *a* Freischwimmende Jugendform mit Einstülpung (Darmanlage), *b* älteres Stadium von Fechterhutform, *E, E'* die beiden Paare von Hauteinstülpungen, *D* Darm.

Die Nemertinen leben vorzugsweise im Meere unter Steinen im Schlamm, die kleineren Arten aber schwimmen frei umher. Auch gibt es landbewohnende, sowie pelagisch lebende Formen. Einzelne Arten bauen Röhren und Gänge, die mit einem schleimigen Absonderungsproduct ausgekleidet werden. Die Nahrung besteht bei den grösseren Arten vornehmlich aus Röhrenwürmern, die sie aus den Gehäusen mittelst des Rüssels hervorziehen. Indessen gibt es auch parasitische Nemertinen, welche wie die Hirudineen mit einem hinteren Saugnapf bewaffnet sind *(Malacobdella)*. Die Schnurwürmer zeichnen sich durch eine grosse Reproductionsfähigkeit aus. Theilstücke, in welche einzelne Arten leicht zerbrechen, sollen sich unter günstigen Umständen zu neuen Thieren entwickeln können.

Fig. 361.



Aelteres *Pilidium* mit Wimperschopf und angelegtem Wurmkörper, nach Bütschli. *Oe* Oesophagus, *D* Darm, *Am* Amnionhülle, *R* Rüsselanlage des Nemertes, *So* Seitenorgan.

1. Unterordnung. *Palaeonemertini* (*Anopla* e. p.). Rüssel ohne Bewaffnung. Die Kopfspalten beschränken sich auf die kurzen trichterförmigen Eingänge in die Seitenorgane.

Letztere erscheinen im Zusammenhange mit dem Gehirn. Die Muskulatur besteht aus einer äussern Ringfaser- und inneren Längsfaserschichte. Die Nervenstämme verlaufen ausserhalb der Ringmuskelschichte. Mund hinter dem Kopfganglion. Fam. *Carinellidae*. *Carinella* Johnst. Körper sehr lang gestreckt, vom Kopfe ab nach hinten allmälig verjüngt. Kopfende gerundet. *C. annulata* Mtg., Küste von England, Frankreich, Mittelmeer, Adria. *Polia* Delle Ch., *P. delineata*, Mittelmeer.

2. Unterordnung. *Schizonemertini* (*Anopla* e. p.). Der Rüssel entbehrt der Bewaffnung. Die Kopfspalten nehmen die ganze Seite des Kopfes ein. Die Seitenorgane erscheinen als unmittelbare Fortsätze des Gehirns. Die Muskulatur besteht ausser der Ringfaser- und inneren Längsfaserschichte noch aus einer äusseren Längsfaserlage, unterhalb welcher die Nervenstämme verlaufen. Mund hinter dem Kopfganglion. Fam. *Lineidae*. Ganglion verlängert. Körper mehr oder minder abgeplattet. *Lineus marinus* Mont., *L. longissimus* Sim. (*Sea-long-worm* des Borlase, *Borlasia anglica* Oerst., *Nemertes Borlasii* Cuv.), wird 15 Fuss und mehr lang. Englische Küste. *Cerebratulus marginatus* = *Meckelia somatotomus* F. S. Lkt., Adria und Mittelmeer. *Micrura fasciolata* Ehrbg., nordische Meere bis zur Adria.

3. Unterordnung. *Hoplonemertini* (*Enopla*). Rüssel mit Stiletten bewaffnet. Die Kopfspalten sind kurz und trichterförmig. Die Seitenorgane stehen durch einen längeren Nerven mit dem Gehirn in Verbindung. Die Muskulatur besteht blos aus einer Ringfaser- und inneren Längsfaserschichte. Die äussere Längsfaserlage fehlt. Die Nervenstämme verlaufen innen von der inneren Längsfaserschichte. Mund vor dem Gehirnganglion gelegen. Fam. *Amphiporidae*. Ganglien mehr gerundet. Körper kurz und breit. *Amphiporus lactifloreus* Johns. Lebt unter Steinen, von den nordischen Meeren bis zum Mittelmeer verbreitet, 3—4 Zoll lang. *Drepanophorus spectabilis* Quatr., *Tetrastemma obscurum* M. Sch. Lebendig gebärend, Ostsee (Fig. 344). *T. agricola* Will. Suhm, Landbewohner. *Prosorochmus Claparèdii* Kef. Ovovivipar. *Nemertes gracilis* Johnst. Verwandt ist die Familie der *Cephalotrichidae*. Die Kopfspallen und Seitenorgane fehlen. Kopf nicht abgesetzt, sehr lang und zugespitzt. *Cephalothrix bioculata* Oerst., Sund.

II. Classe. Nemathelminthes, Rundwürmer.

Würmer von drehrunder, schlauch- oder fadenförmiger Körpergestalt, mit Papillen oder mit Hakenbewaffnung am vorderen Pole, getrennten Geschlechtes.

Der ungegliederte Leib ist drehrund, schlauchförmig bis fadenförmig und in der Regel an beiden Enden verjüngt. Mit seltenen Ausnahmen fehlen bewegliche Borsten, dagegen kommen nicht selten besondere Waffen und Haftorgane als Zähne und Haken an dem vorderen Körperende vor, wie auch in einzelnen Fällen am Bauche kleine Sauggruben zur Befestigung bei der Begattung auftreten können. In der Regel besitzt die Haut eine dicke Cuticula und einen vollkommen entwickelten Muskelschlauch, welcher nicht nur Biegungen und Krümmungen, sondern bei dünneren fadenförmigen Nematoden auch Schlängelungen des Leibes gestattet. Die vom Hautmuskelschlauch umschlossene Leibeshöhle enthält die Blutflüssigkeit und schliesst die Verdauungs- und Geschlechtsorgane ein. *Blutgefässe* und *Respirationsorgane* fehlen. Dagegen ist ein *Nervensystem* überall vorhanden. Von *Sinnesorganen* kommen bei freilebenden Formen nicht selten einfache Augen vor. Zum Tasten dient vornehmlich das vordere Körperende, zumal wenn sich Papillen und lippenartige Erhebungen oder Borsten an demselben finden. Die *Excretionsorgane* treten in verschiedener Form auf, entweder als paarige, durch ge-

meinsamen Porus ausmündende Canäle, welche in die sog. *Seitenfelder* oder *Seitenlinien* fallen oder als sich verzweigende subcuticulare Canäle. Von seltenen Ausnahmen abgesehen, sind die Nemathelminthen getrennten Geschlechts und entwickeln sich direct oder mittelst Matamorphose. Larven und Geschlechtsthiere sind nicht selten auf zwei verschiedene Träger vertheilt.

Der grössten Mehrzahl nach sind die Rundwürmer Parasiten, entweder zeitlebens oder in verschiedenen Altersstadien, indessen kommen auch freilebende Formen vor, welche oft zu parasitischen Rundwürmern die nächste Verwandtschaft zeigen und phylogenetisch als die ursprünglicheren Typen zu betrachten sein dürften.

1. Ordnung. **Nematodes** [1], **Nematoden, Fadenwürmer.**

Rundwürmer mit Mund und Darmcanal, vorwiegend Parasiten im Leibe höherer Thiere.

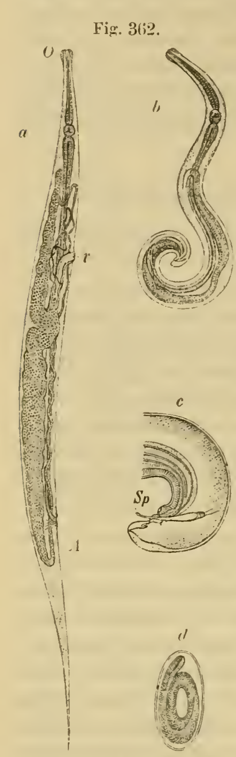
Die Nematoden besitzen einen sehr gestreckten fadenförmigen Leib, dessen Bewaffnung durch Papillen am vorderen Körperpole in der Umgebung des Mundes und durch Spitzen und Haken innerhalb der Mundhöhle gebildet sein kann. Die Mundöffnung führt in eine enge Speiseröhre, welche in der Regel aus einer dreikantigen, von dicker Muskellage bekleideten Chitinröhre besteht und häufig zu einem muskulösen Bulbus (Pharynx) anschwillt. In einzelnen Gattungen *(Rhabditis, Oxyuris)* bildet die Chitinröhre des Pharynx leistenartige Vorsprünge, sog. Zähne, nach denen hin die Radiärmuskeln in Form kegelförmiger Bündel convergiren. Seiner Function nach ist der Oesophagus im Wesentlichen ein Saugrohr, welches durch geringe, von vorn nach hinten fortschreitende Erweiterungen Flüssigkeiten einpumpt und in den Darm leitet. Es folgt dann ein mit zelligen Wandungen versehenes muskelloses Darmrohr mit der nicht weit vom hinteren Körperende an der Bauchfläche mündenden Afteröffnung (Fig. 362). Dagegen finden sich am hinteren Darmstück besondere Muskelfasern der äusseren Seite der Wandung angelagert, welche diesem Theil die Fähigkeit der Contractilität verleihen. Auch treten häufig noch Muskelfasern von der Haut an die Wandung des Enddarmes heran. Bei einigen *Nematoden* kann der After fehlen *(Mermis)*, bei *Gordius* der Mund

---

[1]) Ausser den älteren Schriften von Rudolphi, Bremser, Cloquet, Dujardin, vergl. Diesing, Systema helminthum, 2 Bde. Wien 1850/51. Derselbe, Revision der Nematoden. Wiener Sitzungsberichte, 1860. Claparède, De la formation et de la fécondation des oeufs chez les vers Nématodes. Génève 1856. A. Schneider, Monographie der Nematoden, Berlin 1866. R. Leuckart, Untersuchungen über Trichina spiralis. Leipzig und Heidelberg 1866. 2. Auflage. Derselbe, Die menschlichen Parasiten etc., Tom. II. Leipzig und Heidelberg 1876. C. Claus, Ueber Leptodera appendiculata. Marburg 1868. O. Bütschli, Untersuchungen über die beiden Nematoden der Periplaneta orientalis. Zeitschr. für wiss. Zoologie, Tom. XXI, 1871. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss des Nervensystems der Nematoden. Archiv für mikr. Anatomie, Tom. X. A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig 1882. II. R. Leuckart, Neue Beiträge zur Kenntniss des Baues und der Lebensgeschichte der Nematoden. Leipzig 1887.

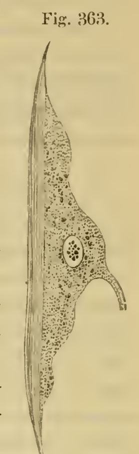
und vordere Theil des Darmes eine Rückbildung erleiden. In anderen Fällen wird derselbe nach Obliteration des Lumens zu einem soliden Zellenstrang *(Mermis albicans, Attractonema),* der nur noch als Nahrung (Reservestoffe) sammelnder Apparat Bedeutung hat, oder während der ontogenetischen Entwicklung spurlos sammt Mund und After *(Allantonema mirabile)* schwindet. Die Nahrungsaufnahme erfolgt dann durch die Oberfläche des Leibes. Der sog. *Zellenkörper* von *Gordius* ist wahrscheinlich auf Wucherungen *peritonealer* Zellen zurückzuführen (Vejdovsky[1]).

Fig. 362.



Oxyuris vermicularis, nach R. Leuckart. *a* Weibchen. *O* Mund, *A* After, *V* Genitalöffnung. — *b* Männchen mit gekrümmtem Hinterende. — *c* Letzteres vergrössert. *Sp* Spiculum. — *d* Ei mit eingeschlossenem Embryo.

Fig. 363.



Muskelzelle eines *Nematoden.*

Die derbe, oft quergeringelte und aus mehrfachen Schichten gebildete Cuticula liegt einer weichen feinkörnigen, zelligen Subcuticularschicht *(Hypodermis)* auf, welche als die Matrix der ersteren anzusehen ist. Auf diese folgt nach innen der hochentwickelte Hautmuskelschlauch, welcher aus band- oder spindelförmigen Längsmuskeln besteht. Die Körperoberfläche kann zuweilen Sculpturen, z. B. polyedrische Felder und Längsrippen zeigen und Fortsätze in Gestalt von Höckerchen, Stacheln[2]) und Haaren besitzen. Häutungen, d. h. Abstreifungen der Cuticularschichten, scheinen ausschliesslich in der Jugend vorzukommen. Die auf je eine Zelle zurückführbaren Muskeln setzen sich häufig in blasige, oft mit Ausläufern versehene Anhänge fort, welche einen hellen, zuweilen körnigfaserigen Inhalt (Marksubstanz) besitzen und in die Leibeshöhle hineinragen (Fig. 363). Je nachdem die Zahl der nach bestimmten Gesetzen angeordneten Muskelzellen auf den Querschnitt eine nur geringe (8) oder eine beträchtliche ist, werden die Nematoden als *Meromyarier* oder *Polymyarier* bezeichnet. Bei den letzteren stehen die Muskelzellen häufig durch quere Ausläufer der Marksubstanz, welche sich über den sog. Medianlinien zu je einem Längsstrange vereinigen, im Zusammenhang.

[1]) Zur Morphologie der Gordiiden. Zeitschr. für wiss. Zool. XLIII, 1886.

[2]) Dieselbe kann auch Erhabenheiten mancherlei Art, ja in einzelnen Fällen ein vollständiges Stachelkleid tragen *(Cheiracanthus* Dies. = *Gnathostoma* Ow., *Ch. hispidum* Fedtsch.).

Fast überall bleiben zwei seitliche Längsstreifen von Muskeln frei, die sog. *Seitenlinien* oder *Seitenfelder*, welche den anliegenden Muskelfeldern an Breite gleichkommen können. Dieselben werden von einer feinkörnigen, mit Kernen durchsetzten Substanz gebildet und umschliessen ein helles, Körnchen enthaltendes Gefäss, welches sich mit dem Gefässe der entgegengesetzten Seite in der vorderen Körpergegend verbindet und in einer gemeinsamen Querspalte, dem *Gefässporus*, in der Medianlinie ventralwärts ausmündet. Diese Seitenschläuche gelten nach Lage und Bau als dem Wassergefässsysteme homologe Excretionsorgane. Die Seitenlinien sind sammt den Seitenschläuchen bei *Gordius* und *Allantonema* geschwunden. Ausserdem unterscheidet man noch *Medianlinien (Rücken-* und *Bauchlinien)*, accessorische Medianlinien *(Submedianlinien)*, letztere zwischen Hauptmedianlinie und Seitenfeld. Auch die Medianlinien sind bei den erwähnten Gattungen ausgefallen. Doch findet sich bei *Gordius* ein mächtig entwickelter Bauchstrang, welcher der Lage nach der ventralen Medianlinie entspricht und die Bedeutung eines Nervenstranges haben soll. Hautdrüsen sind vornehmlich in der Nähe des Oesophagus und im Schwanze als einzellige Drüsenschläuche beobachtet.

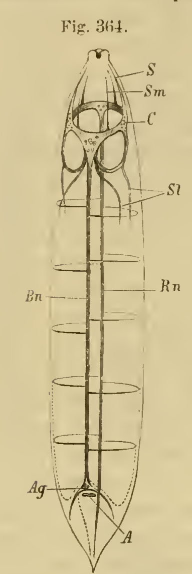
Das *Nervensystem* ist bei der Schwierigkeit der Untersuchung erst an wenigen Formen ausreichend verfolgt worden. Dasselbe besteht aus einem Nervenring in der Umgebung des Oesophagus, welcher nach hinten zwei, nach vorne sechs Nervenstämme entsendet *(Ascaris megalocephala)*. Jene verlaufen in der Rücken- und Bauchlinie *(N. dorsalis, ventralis)* bis zur Schwanzspitze, während von den sechs vorderen Nerven zwei in den Seitenlinien *(N. laterales)*, vier in den Zwischenräumen zwischen Seiten- und Medianlinien *(N. submediani)* verlaufen und die Papillen im Umkreise des Mundes versorgen. Die Ganglienzellen liegen theils neben, vor und hinter dem Nervenringe, theils an den Fasersträngen selbst und sind zu Gruppen vereinigt, welche als ventrales und dorsales Ganglion und als Seitenganglien bezeichnet werden können. Dazu kommen noch Gruppen von Ganglienzellen sowohl in der Medianlinie, als in den Seitenlinien der Schwanzgegend. Diese im Vergleiche zu den Plattwürmern auffallend abweichende Gestaltung des Nervensystems hat man aus der medianen Vereinigung der beiden ventralen Seitenstämme zur Herstellung des Bauchnerven und Verschmelzung der beiden Rückennerven zum dorsalen Mediannerven zu erklären versucht (Fig. 364).

Als *Sinnesorgane* sind die bei freilebenden Nematoden vorkommenden *Augen*, sowie die vornehmlich in der Nähe des Mundes auftretenden Tastpapillen und Tasthaare hervorzuheben. Die Papillen werden je von nur einer Nervenfaser versorgt, welche kolbig anschwillt und die von der Cuticula überkleidete Axe der Papille bildet.

Die Nematoden sind getrennten Geschlechts mit Ausnahme des hermaphroditischen *Pelodytes* und der zuerst Samenkörper, später Eier erzeugenden parasitischen Generation von *Rhabdonema nigrovenosum*, sowie *Rhabdonema strongyloides* und *Allantonema mirabile*, welches sich in Hylobius pini unter

Verlust des Darmes zu einem nierenförmigen Körper rückbildet. Für die Männchen erscheint die geringere Körpergrösse, sowie das meist gekrümmte hintere Körperende charakteristisch. Beiderlei Geschlechtsorgane werden durch einfache oder paarige, oft vielfach geschlängelte Röhren gebildet, welche in ihrem oberen Abschnitte die Keimzelle erzeugen, in ihrem unteren Theile die Leitungswege und Behälter für jene darstellen. Die meist paarigen Ovarialröhren, in deren äusserstem Ende die Eikeime entstehen, um weiter abwärts in der Peripherie eines centralen Dotterstranges *(Rhachis)* gelagert, sich zu vergrössern, sitzen einer kurzen Vagina auf, welche ventral in der Körpermitte, selten dem hinteren Körperende genähert ausmündet. Der männliche Geschlechtsapparat erweist sich fast allgemein als unpaarer Schlauch und mündet nahe dem hinteren Körperende mit dem Darm aus. Häufig enthält der gemeinsame Kloakenabschnitt in einer taschenförmigen Ausbuchtung zwei spitze Chitinstäbe, sog. *Spicula,* welche durch einen besonderen Muskelapparat vor- und wieder zurückgezogen werden und zur Fixirung bei der Begattung dienen. Oft *(Strongyliden)* kommt noch eine schirmförmige Bursa hinzu, oder es ist der Endtheil der Kloake in Form eines Begattungsgliedes vorstülpbar *(Trichina).* Dann liegt die Kloakenöffnung beinahe am äussersten Ende *(Acrophalli),* aber doch noch ventral. Fast überall sind in der Nähe des hinteren Körperendes beim Männchen Papillen vorhanden, deren Zahl und Anordnung wichtige Artcharaktere liefert.

Fig. 364.



Nervensystem der *Nematoden,* schematisch nach O. Bütschli. *C* Seitenganglion am Nervenring, *S* vordere Seitennerven, *Sm* Submediannerven, *Sl* Sublateralnerven, *Bn* Bauchnerv, *Rn* Rückennerv, *Ag* Analganglion, *A* After.

Die Nematoden legen meist Eier ab, selten sind sie lebendig gebärend. Die Eier besitzen meist eine harte Schale und können in verschiedenen Stadien der Embryonalentwicklung oder vor Beginn derselben abgesetzt werden. Bei lebendig gebärenden Formen haben die Eier ihre in diesem Falle zarte Hülle schon im Fruchtbehälter des Mutterthieres verloren *(Trichina, Filaria).* Die Befruchtung erfolgt durch den Eintritt eines Samenkörpers in den noch hüllenlosen Eidotter. Die Furchung ist eine äquale und führt zur Entstehung einer Art Invaginationsgastrula. Aus den beiden Zellschichten gehen Körperwand und Darmcanal hervor. Das mittlere Keimblatt wird durch zwei symmetrisch am hinteren Mundrande gelagerte Zellen angelegt, welche zwei Mesodermstreifen liefern, in denen je eine durch ihre Grösse hervorragende Zelle die Genitalanlage bildet. Anstatt der ursprünglich plumpen Form gewinnt der Embryo allmälig eine langgestreckt-cylindrische Gestalt und liegt nun in mehreren Windungen in der

Eischale eingerollt. Auch der Gefässporus nebst Seitenorganen, sowie der Nervenring sind an dem mit Mund und After versehenen Embryo vorhanden. Die postembryonale Entwicklung ist eine Metamorphose, die meist dadurch complicirt wird, dass sie nicht an dem Wohnorte des Mutterthieres zum Ablauf kommt. In der Regel haben Jugendzustände einen anderen Aufenthaltsort als die Geschlechtsthiere, indem verschiedene Organe desselben Thieres (Muskeln, Darm, *Trichina)*, viel häufiger aber verschiedener Thiere die jugendlichen und die geschlechtsreifen Nematoden enthalten. Erstere leben meist in parenchymatösen Organen frei oder in einer Bindegewebskapsel encystirt, letztere dagegen vornehmlich im Darmcanal und dessen adnexen Organen. Indessen können die Jugendformen auch frei im schlammigen Wasser oder in der Erde ihren Aufenthaltsort haben.

Fast durchwegs besitzen die Embryonen eine durch die besondere Form des Mund- und Schwanzendes bezeichnete Gestalt, zuweilen aber auch einen Bohrzahn oder einen Kranz von Stacheln *(Gordius)*. Früher oder später streifen sie ihre Haut ab und treten dann in ein zweites Stadium ein, das ebenfalls oft noch als eine Larvenform aufgefasst werden kann, zumal noch eine mehrmalige Häutung dem Eintritt der Geschlechtsreife vorausgeht.

Fig. 365.



Sclerostomum tetracanthum, eingekapselt, nach R. Leuckart.

Die postembryonale Entwicklung der *Nematoden* bietet zahlreiche Modificationen. Im einfachsten Falle geschieht die Uebertragung der noch von den Eihüllen umschlossenen Embryonen passiv durch die Nahrung *(Oxyuris vermicularis* und *Trichocephalus)*. Bei manchen *Ascariden* sollen — nach dem Katzenspulwurme zu schliessen — die mit einem Bohrzahn versehenen Embryonen zuvor in einen Zwischenträger gelangen (R. Leuckart) und durch diesen mit dem Trinkwasser und der Nahrung in den Darm importirt werden; nach Grassi und Ebstein wandert jedoch der menschliche Spulwurm ohne Zwischenträger ein.

In anderen Fällen encystiren die Jugendformen in dem Zwischenträger und werden, von der Cyste umschlossen, in den Magen und Darm des definitiven Trägers übergeführt (Fig. 365). Beispielsweise encystiren die mit der Nahrung noch innerhalb der Eihüllen von den Mehlwürmern aufgenommenen Embryonen von *Spiroptera obtusa* der Hausmaus im Leibesraum der Zwischenträger. Bei der viviparen *Trichina spiralis* liegt insofern eine Modification dieses Entwicklungsmodus vor, als die Wanderung der Embryonen und die Ausbildung derselben zu den encystirten Muskeltrichinen in demselben Thiere erfolgt, welches die geschlechtsreifen Darmtrichinen enthält.

Nicht selten schreitet die Entwicklung der eingewanderten Nematodenlarven im Zwischenträger bedeutend vor; so z. B. beim Kappenwurm. *Cucullanus elegans,* dessen Embryonen in Cyclopiden einwandern, dann in der Leibeshöhle dieser kleinen Krebse eine zweimalige Häutung unter wesentlicher Formveränderung erfahren und schon die charakteristische Mundkapsel des geschlechtsreifen Zustandes gewinnen, zu welchem sie sich erst im Darm des Barsches ausbilden. Eine ähnliche Entwicklungsweise kommt nach Fedtschenko[1]) bei *Filaria medinensis* vor. Die in Pfützen gelangten Embryonen wandern in die Leibeshöhle der Cyclopiden und nehmen nach Abstreifung ihrer Haut eine Form an, die bis auf den Mangel des Mundnapfes den *Cucullanus*larven gleicht. Nach Verlauf von zwei Wochen tritt eine Häutung ein, mit welcher der Verlust des langen Schwanzes verbunden ist. Ob die Einwanderung der Filarienlarve mit dem Leibe der Cyclopiden oder selbstständig erfolgt, nachdem die Begattung im Freien stattgefunden, ist bislang nicht festgestellt.

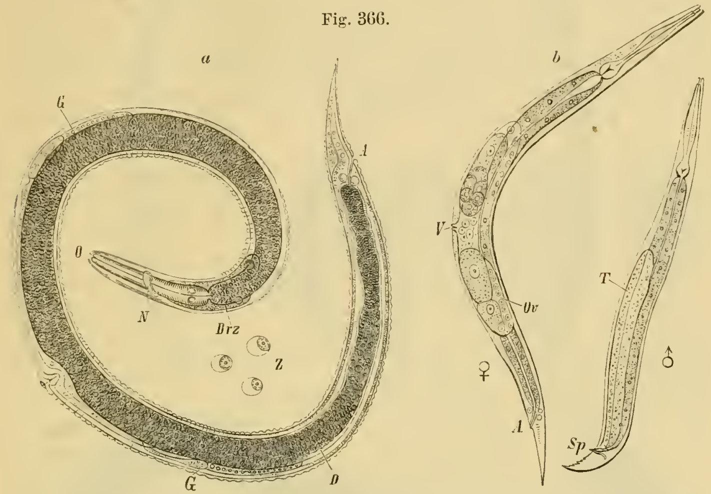
Die Embryonen einiger Nematoden entwickeln sich in feuchter schlammiger Erde nach Abstreifung der Haut zu kleinen sog. *Rhabditiden* mit doppelter Anschwellung des Oesophagus und mit dreizähniger Pharyngealbewaffnung, ernähren sich an diesem Aufenthaltsorte selbstständig, wachsen und erhalten nach Abstreifung der Haut eine andere Gestaltung. Schliesslich wandern dieselben zu parasitischem Leben in den bleibenden Wohnort ein. wo sie noch mehrere Häutungen und Formveränderungen bis zur Geschlechtsreife erfahren. Diese Entwicklungsweise gilt z. B. für den im Darme des Hundes vorkommenden *Dochmius trigonocephalus,* sowie für den nahe verwandten *D. (Anchylostomum) duodenalis* des Menschen und für die *Sclerostomen* der Hausthiere.

Es können jedoch auch die Nachkommen parasitischer Nematoden als freie Rhabditiden in feuchter Erde geschlechtsreif werden und eine besondere Generation von Formen darstellen, deren Nachkommen wieder einwandern und zu Parasiten werden. Dann wird die Fortpflanzung eine Heterogonie wie bei *Rhabdonema nigrovenosum.* Diese etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Zoll langen Lungenparasiten der Batrachier sind sämmtlich weiblichen Baues. enthalten aber Samenkörper, die in ihren eigenen Genitalröhren früher als die Eier (ähnlich wie bei viviparen *Pelodytes*) erzeugt werden, und sind lebendig gebärend. Die Brut durchsetzt den Darm der Träger und häuft sich in deren Mastdarm an, gelangt aber schliesslich mit dem Kothe in feuchte Erde oder in schlammiges Wasser und bildet sich in kurzer Zeit zu der kaum 1 Mm. langen, getrennt geschlechtlichen Rhabditis-Generation aus (Fig. 366 *a* und *b*). In den befruchteten Weibchen dieser letzteren entwickeln sich nur zwei bis vier Embryonen, die im Innern des mütterlichen Körpers frei werden, in die Leibeshöhle desselben eindringen und von den

[1]) Vergl. Fedtschenko, Ueber den Bau und Entwicklung der Filaria medinensis, in den Berichten der Freunde der Naturwissenschaften in Moskau. Tom. VIII und X.

zu einem körnigen Detritus zerfallenden Körpertheilen der Mutter sich ernähren. Schliesslich wandern dieselben als schlanke, schon ziemlich grosse Rundwürmchen durch die Mundhöhle und Stimmritze in die Lunge der Batrachier ein. Ein ähnlicher Wechsel mit freilebenden Rhabditis-Generationen ist für das im Darm des Menschen lebende *Rhabdonema strongyloides (Anguillula stercoralis)*, sowie den hermaphroditischen Parasiten des Fichtenkäfers *(Allantonema mirabile)* nachgewiesen worden. Auch die in der rothen Nacktschnecke *(Arion empiricorum)* lebende *Leptodera appendiculata* zeigt in ihrer Entwicklung einen ähnlichen Wechsel heteromorpher Generationen, der freilich insofern nicht streng alternirend ist, als zahlreiche Rhabditiden-

Fig. 366.



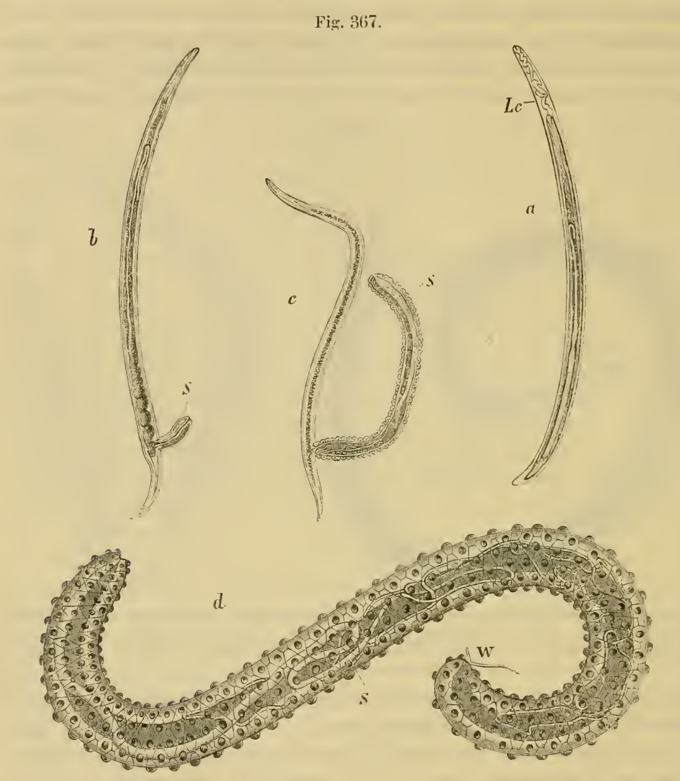
a Rhabdonema nigrovenosum von circa 3·5 Mm. Länge im Stadium der männlichen Reife. *G* Genitaldrüsen, *O* Mund, *D* Darm, *A* After, *N* Nervenring, *Drz* Drüsenzellen, *Z* isolirte Zoospermien, — *b* Männliche und weibliche *Rhabditis*-Formen derselben von circa 1·5 bis 2 Mm. Länge. *Ov* Ovarium, *V* weibliche Genitalöffnung, *T* Hoden, *Sp* Spicula.

Generationen auf einander folgen können. Auch darin verhält sich *Leptodera* eigenthümlich, dass die parasitische Form in der Schnecke mundlos bleibt und sich als eine durch den Besitz von zwei langen bandförmigen Schwanzanhängen charakterisirte Larve darstellt, welche erst nach der Auswanderung in feuchte Erde, nach Abstreifung der Haut und Verlust der Schwanzbänder rasch zur Geschlechtsreife gelangt.

Die Nematoden ernähren sich von organischen Säften, einige auch von Blut und vermögen dann mit ihrer Mundbewaffnung Wunden zu schlagen und Gewebe zu zernagen. Sie bewegen sich unter lebhaft schlängelnden Krümmungen nach der Bauch- und Rückenfläche, die somit als die Seitenflächen des sich bewegenden Körpers erscheinen. Ihrer Mehrzahl nach sind die Nematoden Parasiten, die freilich auch in jugendlichen Stadien *(Strongyloideen)*

oder in bestimmten Generationen (Rhabditits-Generation der *Rhabdonema*-Arten) frei leben. Zahlreiche kleine Nematoden treten jedoch überhaupt nicht als Parasiten auf, sondern bevölkern als freilebende Bewohner das süsse und salzige Wasser und den Erdboden. Andere, diesen verwandte Nematoden schmarotzen in Pflanzen, z. B. *Anguillula tritici, dipsaci* u. a. und vermögen auch gallenähnliche Deformitäten zu erzeugen *(Tylenchus)*, andere leben in

Fig. 367.



a Männliche *Sphaerularia* in der Larvenhaut *(Lc)*. *b* Weibchen mit halbausgestülpter Scheide *(S)*. *c* Dasselbe mit schlauchförmig ausgewachsener Scheide. *d* Ausgebildeter Schlauch der Scheide mit aufgenommenem Ovarium, Oviduct, Uterus und anhängendem Wurmkörper *(W)*, nach R. Leuckart.

faulenden vegetabilischen Substanzen, z. B. das Essigälchen in gährendem Essig und Kleister. Auch kann die Auswanderung des Parasiten nothwendige Bedingung zum Eintritt der Geschlechtsreife sein, die erst bei freiem Aufenthalt in feuchter Erde *(Mermis)* oder im Wasser *(Gordius)* erfolgt und zur Begattung beider Geschlechter führt. Wiederum abweichend sind die erst in jüngster Zeit bekannt gewordenen Fälle kleiner Nematoden, deren Weibchen

es ausschliesslich sind, welche nach der Begattung in Insecten einwandern und durch die günstigen Ernährungsbedingungen als Parasiten nicht nur eine ansehnliche Grössenzunahme, sondern eigenthümliche, für die Brutproduction günstige Umgestaltungen der Organisation und Körperform erfahren. Bei *Attractonema gibbosum* und dem merkwürdigen Schmarotzer der Hummel *Sphaerularia bombi* wandern die Weibchen, nach der im Freien erfolgten Begattung, jene in die Larven der Cecidomyia pini, diese in die überwinternden Hummelweibchen ein, bilden den Darm zu einem Zellenstrang, respective Fettkörper zurück und bringen die Vagina zur Vorstülpung, welche den Uterus nebst Eiern, Ovarium und Darm in sich aufnimmt, während der Leib des Thieres als kleiner Anhang zusammenschrumpft (Fig. 367). Die Eier bringen schon im Körper des Trägers die Embryonen zur Entwicklung, welche sich als Larven weiter entwickeln, schliesslich in's Freie gelangen und hier entweder nach wenigen Tagen *(Attractonema)* oder erst nach Monaten zu Geschlechtsthieren werden. Merkwürdig ist die Fähigkeit kleiner Nematoden, der Austrocknung lange zu widerstehen und nach der Befeuchtung wieder aufzuleben.

Fig. 368.

Ascaris lumbricoides, nach R. Leuckart. *a* Hinterende eines Männchens mit den beiden Spicula *(Sp)*. *b* Vorderende von der Rückenseite mit der dorsalen, zwei Papillen tragenden Mundlippe. *c* Dasselbe von der Bauchseite mit den beiden seitlichen ventralen Mundlippen und dem Excretionsporus *(P)*. *d* Ei mit der äusseren, aus hellen Kügelchen gebildeten Hülle.

Fam. *Ascaridae*. Körper ziemlich gedrungen, mit drei papillentragenden Mundlippen, von denen die eine der Rückenfläche zugekehrt ist, während die beiden anderen in der Ventrallinie zusammenstossen. Hinterleibsende des Männchens ventral gekrümmt, meist mit zwei hornigen Spicula.

Ascaris. L. Polymyarier mit drei starken Mundlippen, deren Rand bei den grösseren Arten gezähnelt ist. Pharynx nicht als Bulbus abgesetzt. Schwanzende meist kurz und kegelförmig, im männlichen Geschlecht stets mit zwei Spicula (Fig. 368). *A. lumbricoides* Cloquet, der menschliche Spulwurm, 1 bis $1^{3}/_{4}$ Fuss lang, in einer kleineren Varietät (*A. suilla* Duj.) im Schwein. Die Eier gelangen in das Wasser oder in feuchte Erde und verweilen hier eine Reihe von Monaten bis zum Ablauf der Embryonalentwicklung, werden nach Grassi und Ebstein direct in den Darm des späteren Wirthes übergeführt. *A. megalocephala* Cloquet, im Pferd und Rind; *A. mystax* Zed., in Katze und Hund, gelegentlich Parasit des Menschen.

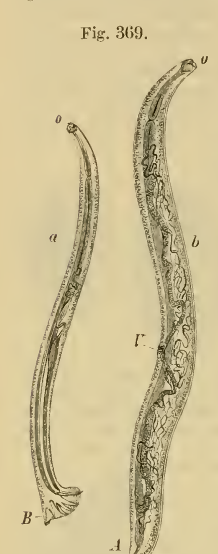
Oxyuris Rud. Meromyarier mit meist drei Mundlippen, welche kleine Papillen tragen. Das hintere Ende der Speiseröhre zu einem kugeligen Bulbus mit Zahnapparat erweitert. Hinterleibsende des Weibchens pfriemenförmig verlängert, des Männchens mit nur zwei präanalen und wenigen postanalen Papillen und mit einfachem Spiculum (Fig. 362). *O. vermicularis* L., der Pfriemenschwanz oder Madenwurm, im Dickdarm des Menschen, über alle Länder verbreitet. Weibchen circa 10 Mm. lang. *O. curvula* Rud., im Blinddarm des Pferdes.

Fam. *Strongylidae*. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt am Hinterleibsende im Grunde einer schirm- oder glockenförmigen Bursa, deren Rand eine wechselnde Zahl von Papillen am Ende rippenartig ausgespannter Muskelfäden trägt.

Eustrongylus Dies. Mit sechs vorspringenden Mundpapillen, sowie mit einer Papillenreihe an jeder Seitenlinie. Bursa glockenförmig, ungerippt und vollständig geschlossen, mit gleichmässiger Muskelwandung und zahlreichen Randpapillen. Nur ein Spiculum vorhanden. Weibliche Geschlechtsöffnung weit vorne. Die Larven leben eingekapselt in Fischen (*Filaria cystica* aus Symbranchus). *E. gigas* Rud., Palissadenwurm. Körper des Weibchens 2 bis 3 Fuss lang, von geringer Dicke. Lebt vereinzelt im Nierenbecken von Robben und Fischottern, sehr selten im Menschen.

Strongylus. Rud. Mit sechs Mundpapillen und kleinem Mund. Zwei konische Halspapillen auf den Seitenlinien. Das hintere Körperende des Männchens mit schirmförmiger, unvollständig geschlossener Bursa. Zwei gleiche Spicula meist noch mit unpaarem Stützorgan. Die weibliche Geschlechtsöffnung zuweilen dem hinteren Leibesende genähert. Leben grossentheils in der Lunge und den Bronchien. *St. longevaginatus* Dies. Körper 26 Mm. lang, bei 5—7 Mm. Dicke. Die weibliche Geschlechtsöffnung liegt unmittelbar vor dem After und führt in eine einfache Eiröhre. Nur ein einziges Mal in der Lunge eines sechsjährigen Knaben in Klausenburg gefunden. *St. paradoxus* Mehlis, in den Bronchien des Schweines. *St. filaria* Rud., in den Bronchien des Schafes. *St. commutatus* Dies. in Trachea und Bronchien des Hasen und Kaninchens. *St. auricularis* Rud., im Dünndarm der Batrachier.

Fig. 369.



Dochmius duodenalis, nach R. Leuckart. *a* Männchen. *O* Mund, *B* Bursa. — *b* Weibchen, *O* Mund, *A* After, *V* Vulva.

Dochmius Duj. Mit weitem Munde und horniger, am Rande kräftig bezahnter Mundkapsel. Im Grunde der Mundkapsel erheben sich zwei bauchständige Zähne, während an der Rückenwand eine kegelförmige Spitze schief nach vorne emporragt. *D. duodenalis* Dub. (*Anchylostomum duodenale* Dub.), 10—18 Mm. lang, im Dünndarm des Menschen, in Italien entdeckt, in den Nilländern (Bilharz und Griesinger) massenhaft verbreitet (Fig. 369). Beisst mit Hilfe der starken Mundbewaffnung Wunden in die Darmhaut und saugt Blut aus den Darmgefässen. Die häufigen, von diesen Dochmien erzeugten Blutungen sind die Ursache der unter dem Namen der ägyptischen Chlorose bekannten Krankheit. Neuerdings ist das Vorkommen dieses Wurmes in Brasilien, sowie die mit *D. trigonocephalus* analoge Entwicklungsweise in Pfützen (Wucherer) festgestellt. *D. trigonocephalus* Rud., Hund. *Sclerostomum* Rud. Mit den Charakteren von *Dochmius,* aber mit abweichender Mundkapsel, in welche zwei lange Drüsenschläuche einmünden. *Sc. equinum* Duj. = *armatum* Dies. Im Darm und in den Gekrösarterien des Pferdes. Wie Bollinger[1]) nachgewiesen hat, leiten sich die Erscheinungen der Kolik bei Pferden von embolischen Vorgängen ab, die von Thromben der Darmarterien-Aneurysmen ausgehen. Jedes Aneurysma enthält etwa neun Würmer. *Sc. tetracanthum* Mehlis, ebenfalls im Darme des Pferdes. Die Jugendformen kapseln sich nach der Einwanderung in den Darm in der Wandung des Dickdarmes und Coecums ein (Fig. 350), verwandeln sich in der Cyste in die definitive Form und durchbrechen dieselbe wieder, um in den Darm zurück zu gelangen. *Cucullanus elegans* Zed., Kappenwurm im Barsch.

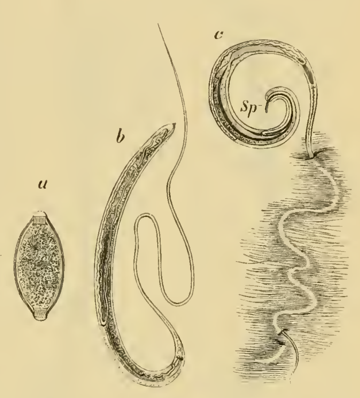
Fam. *Trichotrachelidae.* Mit halsartig dünnem und langem Vorderkörper. Mundöffnung klein, papillenlos. Speiseröhre sehr lang, in einem eigenthümlichen Zellstrang verlaufend.

Trichocephalus Goeze. Mit peitschenförmig verlängertem Vorderleib und walzenförmig

[1]) Bollinger, Die Kolik des Pferdes und das Wurmaneurysma der Eingeweidearterien. München 1870.

aufgetriebenem, scharf abgesetztem Hinterleib, welcher die Geschlechtsorgane einschliesst und beim Männchen eingerollt ist. Seitenfelder fehlen. Hauptmedianlinien vorhanden. Der schlanke Penis mit einer beim Hervortreten sich umstülpenden Scheide. Die hartschaligen citronenförmigen Eier entwickeln sich erst im Wasser. *Tr. dispar* Rud., Peitschenwurm, im Colon des Menschen. Die Würmer leben nicht frei im Darme, sondern mit dem fadenförmigen Vorderleib in die Schleimhaut eingegraben (Fig. 370). Die Eier treten mit dem Kothe aus dem Körper des Wirthes noch ohne Zeichen beginnender Embryonalentwicklung, die erst nach längerem Aufenthalt im Wasser oder an feuchten Orten durchlaufen wird. Nach Fütterungsversuchen, die R. Leuckart mit *Tr. affinis* des Schafes und *Tr. crenatus* des Schweines anstellte, entwickeln sich die mit den Eihüllen in den Darm übertragenen Embryonen zu Trichocephalen, und darf hiernach auch für den menschlichen Peitschenwurm geschlossen werden, dass die Uebertragung direct ohne Zwischenträger mittelst des Wassers oder verunreinigter Speisen erfolgt. In der ersten Zeit haarförmig und trichinenähnlich, gewinnen die jungen Peitschenwürmer erst nach und nach die beträchtliche Dicke des Hinterleibes.

Fig. 370.



Trichocephalus dispar, nach R. Leuckart. *a* Ei. *b* Weibchen. *c* Männchen, mit dem Vorderleib in die Darmschleimhaut eingegraben. *Sp* Spiculum.

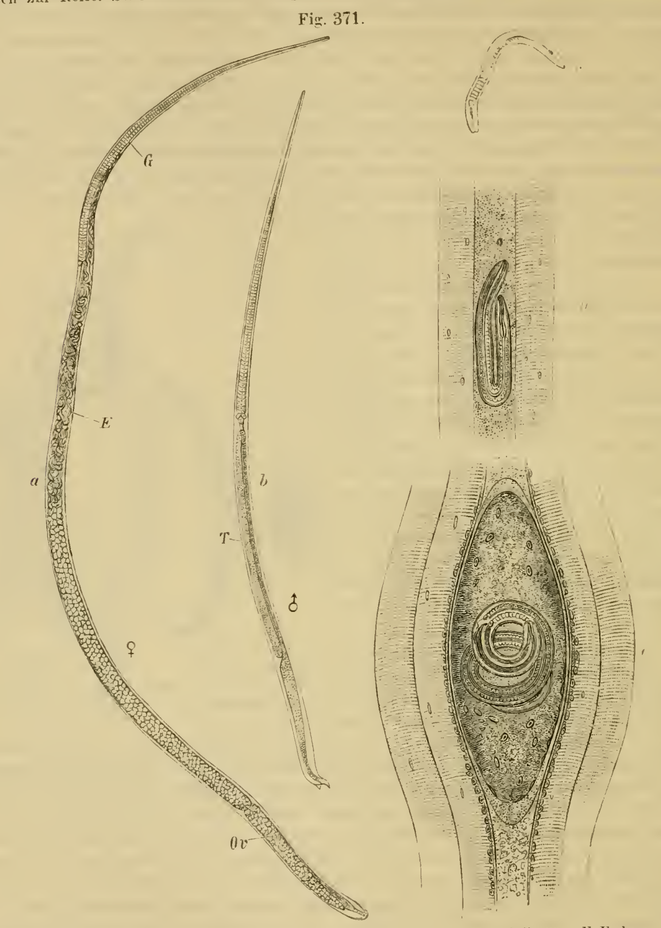
Trichosomum Rud. Körper haarförmig dünn, doch ist der Hinterleib des Weibchens aufgetrieben. Seitenfelder vorhanden, ebenso die Hauptmedianlinien. Schwanzende des Männchens mit Hautsaum und einfachem Penis (Spiculum) mit Scheide. *Tr. muris* Creplin., im Dickdarm der Hausmaus. *Tr. crassicauda* Bellingh., in der Harnblase der Ratte. Nach R. Leuckart lebt das Zwergmännchen im Uterus des Weibchens. Gewöhnlich finden sich 2 bis 3, seltener 4 oder 5 Männchen in einem Weibchen. Auch lebt noch eine zweite *Trichosomum*-Art in der Harnblase der Ratte. *Tr. Schmidtii* v. Linst., dessen grösseres Männchen früher für das von *Tr. crassicauda* gehalten worden war.

Trichina Owen[1]). Körper haardünn. Hauptmedianlinien und Seitenfelder vorhanden. Weibliche Geschlechtsöffnung weit nach vorne gerückt. Hinterleibsende des Männchens mit zwei konischen terminalen Zapfen, zwischen denen die Kloake vorgestülpt wird, ohne Spiculum. *Tr. spiralis* Owen, im Darme des Menschen und zahlreicher, vornehmlich fleischfressender Säugethiere, kaum 2 Linien lang (Fig. 371). Die viviparen Weibchen beginnen etwa acht Tage nach ihrer Einwanderung in den Darmcanal Junge abzusetzen, welche von den Darmzotten aus in die Lymphgefässe gelangen, theilweise wohl auch die Darmwandung und Leibeshöhle des Trägers durchsetzen und in die quergestreiften Muskeln des Körpers einwandern. Die Larven durchbohren das Sarcolemma, dringen in die Primitivbündel ein, deren Substanz unter lebhafter Wucherung der Muskelkerne degenerirt, und wachsen in einer schlauchförmigen Auftreibung der Muskelfaser während eines Zeitraumes von vierzehn Tagen zu spiralig zusammengerollten Würmchen aus, um welche sich innerhalb des Sarcolemmas und dessen Bindegewebsumhüllung aus der degenerirten Muskelsubstanz glashelle citronenförmige Kapseln ausscheiden. In dieser Anfangs sehr zarten, bald aber durch Schichtung verdickten und fest gewordenen, mit der Zeit allmälig verkalkenden Cyste kann die jugendliche Muskel-

[1]) Vergl. die Schriften von R. Leuckart, Zenker, R. Virchow, Pagenstecher etc.

trichine Jahre lang lebendig bleiben. Wird dieselbe mit dem Fleische des Trägers in den Darm eines Warmblüters übergeführt, so wird sie aus ihrer Cyste durch die Wirkung des Magensaftes befreit und bringt die bereits ziemlich weit entwickelten Geschlechtsanlagen rasch zur Reife. Schon drei bis vier Tage nach der Einfuhr sind die Muskeltrichinen zu

Fig. 371.



Trichina spiralis. a Reife weibliche Darmtrichine. *Ov* Ovarium, *G* Genitalöffnung. *E* Embryonen. — *b* Männchen. *T* Hoden. — *c* Larve (sog. Embryo). — *d* Derselbe in eine Muskelfaser eingewandert, bereits bedeutend vergrössert. — *e* Derselbe zur eingerollten Muskeltrichine ausgebildet und encystirt.

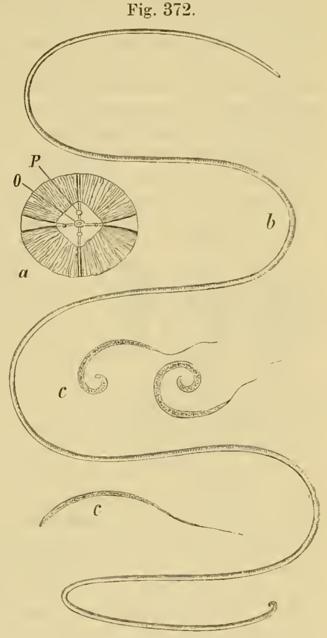
Geschlechtstrichinen geworden, welche sich begatten und die in dem Träger wandernde Brut (ein Weibchen wohl bis 1000 Embryonen) erzeugen. Als der natürliche Träger der Trichinen ist vor Allem die Hausratte zu nennen, welche die Cadaver des eigenen Geschlechtes nicht verschont und so die Trichineninfection von Generation zu Generation erhält. Gelegentlich werden aber trichinenhaltige Cadaver von den omnivoren Schweinen gefressen, mit dessen

Fleisch die Trichinenbrut in den Darm des Menschen gelangt und zur Ursache der so berüchtigten Trichinenkrankheit wird, welche, wenn die Einwanderung massenhaft erfolgt, einen tödtlichen Ausgang nimmt.

Fam. *Filariidae*. Körper fadenförmig verlängert, oft mit sechs Mundpapillen, zuweilen mit einer hornigen Mundkapsel. Hinterende des Männchens spiralig eingerollt mit vier präanalen Papillenpaaren, zu denen jedoch noch eine unpaare Papille hinzukommen kann, mit zwei ungleichen Spicula oder mit einfachem Spiculum.

Filaria O. Fr. Müll. Mit kleiner Mundöffnung und engem Oesophagealrohr. Die zuweilen der Papillen entbehrenden Arten leben ausserhalb der Eingeweide meist im Bindegewebe, häufig unter der Haut. (Von Diesing in zahlreiche Gattungen getheilt.) *F. (Dracunculus) medinensis* [1]) Gmel., der Guineawurm, im Unterhautzellgewebe des Menschen in den Tropengegenden der alten Welt, wird zwei und mehrere Fuss lang. Der Kopf mit zwei medianen Lippen und drei Paaren seitlicher Papillen. Weibchen vivipar ohne Geschlechtsöffnung. Männchen nicht bekannt. Der eingewanderte Wurm lebt im Bindegewebe zwischen den Muskeln und unter der Haut und erzeugt nach erlangter Geschlechtsreife ein schmerzhaftes Geschwür (Dracontiasis), mit dessen Inhalt die Brut entleert wird (Fig. 372). Neuerdings ist nachgewiesen worden, dass die Filarienembryonen in Cyclopiden (Fedtschenko) einwandern und hier eine Häutung bestehen. Ob sie dann mitsammt dem Cyclopidenkörper durch den Genuss des Trinkwassers übertragen werden oder erst in's Freie gelangen und sich hier begatten, ist nicht erwiesen. *F. immitis* Leidy lebt im rechten Ventrikel des Hundes, ausserordentlich häufig im östlichen Asien, lebendig gebärend. Die Embryonen treten direct in das Blut über, ohne hier jedoch ihre weitere Entwicklung zu durchlaufen. Aehnliche jugendliche Haematozoen finden sich auch im Blute des Menschen in den Tropen der alten und neuen Welt und sind als *F. sanguinis hominis* Lew. beschrieben, als deren zugehörige Geschlechtsform *F. Bancrofti* Cobb. in lymphatischen Geschwülsten erkannt wurde. Da dieselben auch im Harne vorkommen, scheint ihr Auftreten mit der Hämaturie in einem ätiologischen Zusammenhange. In Ostindien leben auch im Blute des Strassenhundes jugendliche Filarien, welche auf die Brut von *Filaria sanguinolenta* Rud., zu beziehen sein dürften, da sich nach Lewis regelmässig an der Aorta und am Oesophagus knotige Anschwellungen mit dieser Filarie finden. *F. papillosa* Rud., im Peritoneum auch im Auge des Rindes und des Pferdes. *F. loa* Guyot., in der Conjunctiva der Neger am Congo. *F. labialis* Pane. Nur einmal in Neapel beobachtet. Eine unreife, als *Filaria lentis (oculi humani)* beschriebene Filaride ist in der Linsenkapsel des Menschen gefunden worden. *F. attenuata*. In der Krähe.

Fig. 372.



Filaria medinensis, nach Bastian u. R. Leuckart. *a* Vorderende von der Mundfläche gesehen. *O* Mund. *P* Papillen. — *b* Trächtiges Weibchen (der Grösse nach um mehr als die Hälfte reducirt). — *c* Embryonen, sehr stark vergrössert.

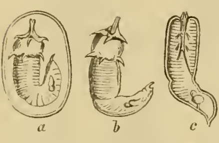
---

[1]) Vergl. H. C. Bastian, On the structure and nature of the Dracunculus. Transact. Linn. Society, Vol. XXIV, 1863. Fedtschenko l. c.

Fam. *Mermitidae.* Afterlose Nematoden mit langem fadenförmigen Leib und sechs Mundpapillen. Das männliche Schwanzende ist verbreitert und mit zwei Spicula und drei Reihen zahlreicher Papillen versehen. Leben in der Leibeshöhle von Insecten und wandern in feuchte Erde aus, wo sie geschlechtsreif werden und sich begatten. *Mermis nigrescens* Duj. gab die Veranlassung zu der Fabel vom Wurmregen. *M. albicans* v. Sieb. v. Siebold constatirte experimentell die Einwanderung der Embryonen in die Räupchen der Spindelbaummotte *(Tinea evonymella).*

Fam. *Gordiidae.* Von langgestreckter, fadenförmiger Gestalt, ohne Mundpapillen und Seitenfelder, mit Bauchstrang. Mund und vorderer Darmabschnitt obliteriren im ausgebildeten Zustande innerhalb des perienterischen Zellkörpers. Ovarien und Hoden paarig, zugleich mit dem After nahe am hinteren Körperende ausmündend. Uterus unpaar, mit Receptaculum seminis. Männliches Schwanzende zweigabelig ohne Spicula. Leben im Jugendzustande mit Mund versehen in der Leibeshöhle von Raubinsecten, wandern aber zur Begattungszeit in das Wasser aus, wo sie vollkommen geschlechtsreif werden. Die mit einem Stachelkranz versehenen Embryonen (Fig. 373) durchbohren die Eihüllen und wandern in Insectenlarven ein (Chironomuslarven, Ephemeriden) ein, um sich alsbald zu encystiren. Wasserkäfer und andere Raubinsecten des Wassers nehmen mit dem Fleische der Ephemeridenlarve die encystirten Jugendformen auf, die sich nun in der Leibeshöhle der neuen grösseren Träger zu jungen Gordiiden entwickeln. *Gordius aquaticus* Duj.

Fig. 373.



Larven von *Gordius subbifurcus*, nach Meissner. *a* In der Eihülle mit vorgeschobenem Rüssel, *b* ausserhalb der Eihülle, *c* mit eingestülptem Vorderende.

Fam. *Anguillulidae.* [1]) Freilebende Nematoden von geringer Körpergrösse, zuweilen mit Schwanzdrüsen. Seitencanäle oft durch sog. Bauchdrüsen ersetzt. Einige Arten leben an oder in Pflanzen parasitisch, andere in gährenden oder faulenden Stoffen (auch Pilzen), die meisten frei in der Erde oder im Wasser. *Tylenchus* Bast. Mit kleiner Mundhöhle, in welcher ein kleiner Stachel liegt. Weibliche Geschlechtsöffnung weit hinten. *T. scandens* Sch. = *tritici* Needham, Weizenälchen, in gichtkranken Weizenkörnern. Mit der Aussaat dieser Körner erwachen in der feuchten Erde die eingetrockneten Jugendformen, durchbohren die aufgeweichte Hülle und dringen in die aufkeimenden Weizenpflänzchen ein. Hier verweilen sie eine Zeit lang, vielleicht den ganzen Winter ohne Veränderung, bis sich in der Achse des Triebes die Aehre anlegt. In diese dringen sie ein, wachsen aus und werden geschlechtsreif, während die Aehre blüht und reift. Sie begatten sich, legen die Eier ab, aus denen die Embryonen auskriechen, um zuletzt den ausschliesslichen Inhalt der Weizenkörner zu bilden. *T. dipsaci* Kühn, in den Blüthenköpfen der Weberkarde. *T. Davainii* Bast. An Wurzeln von Moos und Gras. *Heterodera Schachtii* Schmidt. An den Wurzeln der Runkelrübe, auch an denen des Kohls, des Weizens, der Gerste etc.

Rhabditis Duj. Mit 2 stark entwickelten Pharyngealanschwellungen, von diesen die hintere mit sog. Zahnapparat. *Rh. flexilis* Duj., Kopf sehr spitz, mit zweilippigem Mund. In den Speicheldrüsen von Limax cinereus. *Rh. angiostoma* Duj.

Rhabdonema. R. Lkt. Die freilebende Generation, welche die Charaktere von *Rhabditis* wiederholt, alternirt mit einer parasitischen von bedeutenderer Körpergrösse. Diese ist mehr Filarien-ähnlich, mit schwach ausgebuchtetem, fast cylindrischem Schlund. *Rh. nigro-*

[1]) Davaine, Recherches sur l'Anguillule du blé niellé. Paris 1857. Kühn, Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von Dipsacus fullonum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. IX, 1859. Bastian, Monograph of the Anguillulidae or free Nematoids, marine, land and freshwater. London 1864. O. Bütschli, Beiträge zur Kenntniss der frei lebenden Nematoden. Nov. Acta, Tom. XXXVI, 1873. J. G. De Man, Die frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lebenden Nematoden der niederl. Fauna. Leiden 1884.

venosum. (Fig. 366.) In der Lunge der Kröten und des Grasfrosches hermaphroditisch. Die Rhabditisgeneration winzig klein. *Rh. strongyloides* R. Lkt. *(Anguillula intestinalis)*, im Darm des Menschen in der Lombardei und in Chochinchina beobachtet, heftige Diarrhöen veranlassend. Die als *Anguillula stercoralis* beschriebene Rhabditisbrut ist die zugehörige im Freien sich entwickelnde Rhabditisgeneration [1]). *Rh. (Leptodera) appendiculata* Schn., in feuchter Erde, 3 Mm. lang. Die mundlose, mit zwei Schwanzbändern versehene Larve lebt in Arion empiricorum und ist wie die im Freien geschlechtsreif werdende Rhabditisgeneration geschlechtlich getrennt.

Allantonema mirabile R. Lkt. im Fichtenrüsselkäfer (Hylobius pini), 3 Mm. lang, wurstförmig, von einer Hülle umgeben, die durch Tracheenäste in der Leibeshöhle befestigt ist, ohne Mund, Darm und After, mit peritonealem Zellenkörper, protandrischer Hermaphrodit mit einer im Freien lebenden männlichen und weiblichen Rhabditisgeneration.

Attractonema gibbosum R. Lkt. in der Leibeshöhle von Cecidomyia pini, ohne Mund und After, mit Zellenstrang statt des Darmes und grossem buckelartigen Anhange, der umgestülpten, mit Brut gefüllten Vagina (wie der Sphaerulariaschlauch). Begattung der beiderlei Geschlechtsthiere im Freien. Die Einwanderung in den Träger beschränkt sich auf das weibliche Thier, welches die eigenthümliche Umformung erfährt.

Sphaerularia bombi Léon. Duf. [2]) In der Leibeshöhle überwinterter Hummelweibchen. Das *Sphaerularia*-Weibchen trägt oft am einen Körperende einen kleinen Nematoden-ähnlichen Faden, welcher früher für das Männchen gehalten wurde. Schneider [2]) zeigte zuerst, dass der anhängende Körper organisch mit der *Sphaerularia* verwachsen sei und führte denselben auf den Wurmkörper zurück, von welchem die vermeintliche *Sphaerularia* lediglich den ausgestülpten Uterus mit übergetretenem Ovarium und Darmdivertikel darstellt. Diese Zurückführung ist von R. Leuckart [3]) dahin ergänzt worden, dass die *Sphaerularia* von 15 Mm. Länge die ausgestülpte Vagina mit dem weiblichen Geschlechtsapparat repräsentirt, an dem der winzig kleine Wurmkörper (Fig. 352 *d, W*) anhängt. Die in demselben enthaltenen Jungen werden schon in der Hummel frei, aber erst im Freien bei einer Länge von circa 1 Mm. geschlechtsreif. Nach der Begattung wandern dann die befruchteten Weibchen in den Körper überwinternder Hummelweibchen ein.

Anguillula aceti = glutinis O. Fr. Müll. Bekannt als Essigälchen und Kleisterälchen von 1—2 Mm. Länge.

Unter den zahlreichen Anguilluliden ohne Pharyngealanschwellung *(Enoplidae)* sind ferner hervorzuheben: *Dorylaimus maximus* Bütschli, in der Erde, *D. stagnalis* Duj., im Schlamme, überall in Europa. *Enchelidium marinum* Ehrbg., *Enoplus tridentatus* Duj., beide marin.

Hier schliessen sich die Familien der *Desmoscoleciden* und *Chaetosomatiden* an.

Den Nematoden schliessen sich an die *Chaetognathen* [3]) mit der Gattung *Sagitta* (Fig. 374). Dieselben sind langgestreckte Rundwürmer, mit eigenthümlicher Mundbewaffnung und seitlichen, horizontal gestellten Flossen,

---

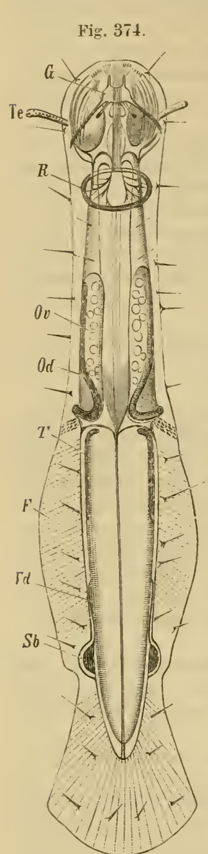
[1]) R. Leuckart, Ueber die Lebensgeschichte der sog. Anguillula stercoralis und deren Beziehungen zu der sogenannten Anguillula intestinalis. Berichte der k. sächs. Gesellschaft der Wissensch., 1882.

[2]) A. Schneider, Ueber die Entwicklung der Sphaerularia bombi. Zoolog. Beiträge, Breslau, Tom. I. R. Leuckart, Ueber die Entwicklung der Sphaerularia bombi. Zool. Anzeiger 1885. Derselbe, Neue Beiträge zur Kenntniss etc. der Nematoden. Leipzig 1887.

[3]) Vergl. A. Krohn, Anatomisch-physiologische Beobachtungen über die Sagitta bipunctata. Hamburg 1844. R. Wilms, De Sagitta mare germanicum circa insulam Helgoland incolente. Berolini 1846. Kowalevski, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Mém. de l'Acad. St.-Pétersbourg, Tom. XVI. O. Hertwig, Die Chaetognathen, eine Monographie. Jena 1880. B. Grassi, I Chetognati. Leipzig 1883.

deren membranartiger Saum durch Strahlen gestützt wird. Der Vorderabschnitt des Leibes setzt sich scharf als Kopf ab und trägt in der Umgebung des Mundes zwei seitliche, ventral gelegene Hakengruppen, welche als Kiefer fungiren. Das Nervensystem besteht aus einem die Augen tragenden Gehirnganglion und einem etwa in der Mitte der Körperlänge gelegenen Bauchganglion. Dazu kommen noch zwei neben dem Munde gelegene Ganglien, welche als untere Schlundganglien aufzufassen sein dürften und durch eine Schlundcommissur untereinander und mit dem Kopfganglion verbunden sind. Das geradgestreckte Darmrohr, vom Oesophagus an abwärts durch ein Mesenterium an der Leibeswand befestigt, mündet an der Basis des langen, mit einer horizontalen Flosse endenden Schwanzes in der Afteröffnung nach aussen. Die Sagitten sind hermaphroditisch und besitzen paarige, mit Samentaschen verbundene Ovarien, die durch zwei Oeffnungen an der Basis des Schwanzes ausmünden, und ebensoviel dahinter gelegene Hoden, deren Samenproducte durch Oeffnungen an den Seiten des Schwanzes nach aussen gelangen. Die Furchung des Eies ist eine totale und führt zur Bildung einer Keimblase. Diese stülpt sich von einer Stelle aus bis zum Verschwinden der Furchungshöhle ein, so dass eine Gastrula entsteht, in deren Entoderm zwei Zellen bereits als Urgeschlechtszellen erkannt werden. Wenn diese aus dem Entoderm austreten, bildet dasselbe an dem aboralen Pole zwei Falten, durch welche die Gastralhöhle in einen mittleren und zwei seitliche Räume zerfällt. Während die Zellbekleidung der letzteren zum Mesoderm wird, liefert die des mittleren Raumes die Darmwand, an welcher, dem sich schliessenden Urmund gegenüber, der bleibende Mund zum Durchbruch kommt.

Fig. 374.



Sagitta (Spadella) cephaloptera, 30mal vergrössert, von der Rückenseite aus gesehen, nach O. Hertwig. *F* Hintere Flosse, *G* Ganglion, *Te* Tentakeln, *R* Riechorgan, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Sb* Samenblase.

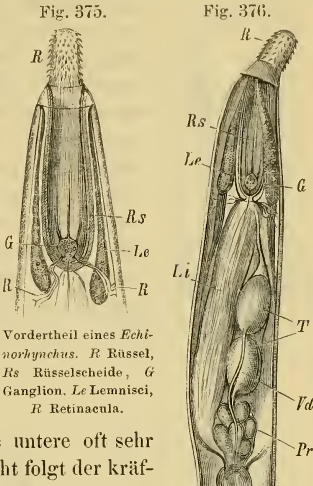
Sagitta Slab. *S. bipunctata* Krohn, *S. germanica* Lkt. Pag., *S. (Spadella) cephaloptera* Busch. Europäische Meere.

2. Ordnung. **Acanthocephali**[1]), **Kratzer, Acanthocephalen.**

Langgestreckte schlauchförmige Rundwürmer mit vorstülpbarem, hakentragendem Rüssel, ohne Mund und Darm.

[1]) Ausser Dujardin, Diesing l. c. vergl.: R. Leuckart, Parasiten des Menschen, Tom. II, 1876. Greeff, Untersuchungen über Echinorhynchus miliaris. Arch. für Naturgeschichte, 1864. B. Grassi und S. Calandruccio, Ueber einen Echinorhynchus, welcher

Der schlauchförmige, oft quergeringelte Körper beginnt mit einem Widerhaken tragenden Rüssel, welcher in einen in die Leibeshöhle hineinragenden Schlauch (Rüsselscheide) zurückgestülpt werden kann. Das hintere Ende dieser Rüsselscheide wird durch ein Band und durch Retractoren *(Retinacula)* an der Leibeswand befestigt. Im Grunde derselben liegt das *Nervensystem* als einfaches, aus grossen Zellen gebildetes Ganglion, welches Nerven nach vorne in den Rüssel und durch die seitlichen Retractoren nach den Wandungen des Körpers entsendet (Fig. 375). Die sich von hier aus vertheilenden, lateral verlaufenden Nervenfasern versorgen theils die Muskulatur des Körpers, theils den Geschlechtsapparat, für welchen sie vornehmlich beim männlichen Thiere in Anschwellungen besondere Centra erhalten. *Sinnesorgane* fehlen durchwegs. Ebenso Mund, Darm und After. Die ernährenden Säfte werden durch die gesammte äussere Haut aufgenommen, welche in ihrer weichen Subcuticularschicht ein complicirtes System von Canälen einschliesst. Auf die untere oft sehr umfangreiche und gelb gefärbte Hautschicht folgt der kräftige, aus äusseren Querfasern und inneren Längsfasern zusammengesetzte Muskelschlauch, welcher die Leibeshöhle begrenzt. Das Canalsystem der Haut erstreckt sich auf zwei hinter dem Rüssel durch den Muskelschlauch in die Leibeshöhle hineinragende Vorstülpungen, die *Lemnisci*. Nach Schneider sollen die Gefässe der Lemnisci in einen Ringcanal der Haut münden, aber nur mit den vorausgelegenen, netzförmig verbundenen Canälen des Kopftheils communiciren, während der von dem Inhalt der Lemnisci verschiedene Inhalt der eigentlichen Hautgefässe des Körpers, von jenen völlig abgeschlossen, in besonderen Strömungen sich bewegt.



Vordertheil eines *Echinorhynchus*. *R* Rüssel, *Rs* Rüsselscheide, *G* Ganglion, *Le* Lemnisci, *R* Retinacula.

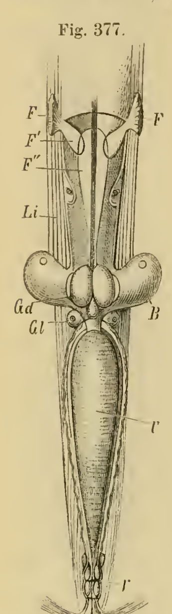
Männchen von *Echinorhynchus angustatus* nach R. Leuckart. *R* Rüssel, *Rs* Rüsselscheide, *Li* Ligament, *G* Ganglion, *Le* Lemnisci, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Pr* Prostataschläuche, *De* Ductus ejaculatorius, *P* Penis, *B* eingestülpte Bursa.

Die saftführende Leibeshöhle umschliesst die mächtig entwickelten Geschlechtsorgane, welche durch ein Ligament am Ende der Rüsselscheide befestigt sind. Die Geschlechter sind getrennt. Die Männchen besitzen zwei Hoden, ebensoviel Ausführungsgänge, ein gemeinsames, mit sechs Drüsenschläuchen versehenes Vas deferens und einen kegelförmigen Penis im Grunde

auch im Menschen parasitirt und dessen Zwischenwirth ein Blaps ist. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. III. Bd. 1888. O. Hamann, Die Nemathelminthen, I. Heft, Monographie der Acanthocephalen. Jena 1891, 2. Heft, 1895.

einer glockenförmigen, am hinteren Leibesende hervorstülpbaren Bursa (Fig. 376). Die Geschlechtsorgane der grösseren Weibchen bestehen aus dem im Ligamente entstandenen Ovarium, einer mit freier Mündung in der Leibeshöhle beginnenden, complicirt gebauten Uterusglocke, dem Eileiter und der kurzen Scheide, welche, in mehrere Abschnitte gegliedert, am hinteren Körperende ausmündet (Fig. 377). Nur in der Jugend bleibt das Ovarium ein einfacher Körper und von der Haut des erwähnten Ligamentes umschlossen. Mit der fortschreitenden Grössenzunahme theilt sich dasselbe unter fortgesetzter Wucherung in zahlreiche Eierballen, unter deren Druck die Haut des Ligaments einreisst; die Eierballen, sowie die reifen, aus ihnen sich lösenden länglichen Eier fallen in die Leibeshöhle. Die Eihüllen entstehen erst nach der Dotterfurchung und sind demnach wohl als Embryonalhüllen zu deuten. Aus der Leibeshöhle gelangen die langgestreckten bereits mit Embryonen versehenen Eier in die sich beständig erweiternde und verengernde Uterusglocke, und von da in den Eileiter und durch die Geschlechtsöffnung nach aussen, während die runden unreifen Eier aus der Uterusglocke durch zwei untere Oeffnungen in den Leibesraum zurücktreten. Die nach Ablauf einer unregelmässig totalen Dotterklüftung entstandenen und von drei Eihäuten umschlossenen Embryonen sind kleine, am vorderen Pole mit Stachelchen bewaffnete, längliche Körper, welche einen

Fig. 377.



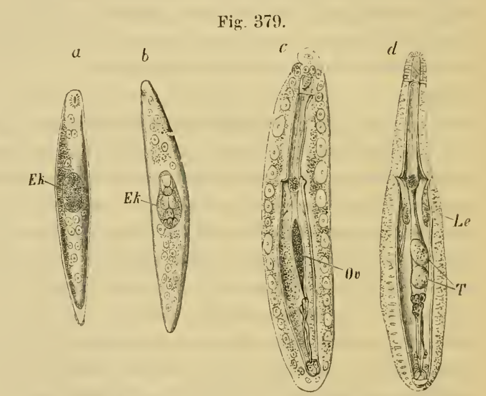
Leitungsweg eines weiblichen *Echinorhynchus gigas*, nach A. Andres. *Li* Ligament, *F* scheibenförmige Flocken, *F'*, *F''* Anhänge derselben, *U* Uterus, *V* Scheide, *B* Lateraltaschen der Glocke, *Gd* dorsale Zellen am Glockengrunde, *Gl* seitliche Zellen am Glockenhalse.

Fig. 378.



Ein von den Eihüllen umschlossener Embryo von *Echinorhynchus gigas*, nach R. Leuckart.

Fig. 379.



Larven von *Echinorhynchus proteus* aus Gammarus, nach R. Leuckart. *a* Freigewordener Embryo. *Ek* Embryonalkern. — *b* Aelteres Stadium mit weiter differenzirtem Embryonalkern. — *c* Ein junger weiblicher Wurm. *Ov* Ovarium. — *d* Ein junger männlicher Wurm. *T* Hoden, *Le* Lemnisci.

centralen Körnerhaufen (Embryonalkern) enthalten (Fig. 379). Dieselben gelangen in den Darm von Amphipoden *(E. proteus, polymorphus)*, Wasserasseln *(Ech. angustatus)* oder Insecten *(Ech. gigas* in den Engerling, *Ech. monoliferus* in Blaps), werden hier frei, durchbohren die Darmwandung und bilden sich nach Verlust der Embryonalstacheln zu kleinen, länglich gestreckten Echinorhynchen aus, welche, Puppen vergleichbar, mit eingezogenem Rüssel von ihrer äusseren festen Haut wie von einer Cyste umschlossen, in dem Leibesraume der kleinen Kruster liegen (Fig. 379 *d*). Nur die Haut, Gefässe und Lemnisceen gehen aus dem äusseren Embryonalleib hervor, während sich alle übrigen vom Hautmuskelschlauche eingeschlossenen Organe, Nervensystem, Rüsselscheide, Geschlechtsorgane, aus dem sog. Embryonalkern entwickeln. Erst nach ihrer Einführung in den Darm von Fischen *(Ech. proteus*, Wasservögeln *Ech. polymorphus)* oder Säugethieren *(Ech. gigas, monoliferus)* erlangen sie die Geschlechtsreife, begatten sich und wachsen zur vollen Grösse aus.

Die zahlreichen Arten der Gattung *Echinorhynchus* O. F. Müll. leben vorzugsweise im Darme von Fischen und Wasservögeln, deren Darmwandung mit Echinorhynchen wie besäet sein kann. Seltener ist ihr Vorkommen in Säugethieren. *Ech. polymorphus* Brems., im Darm der Ente und anderer Vögel, auch im Flusskrebs. *Ech. proteus* Westrumb. Als Jugendform in Gammarus und in der Leibeshöhle und Leber von Phoxinus, als Geschlechtsthier in der Forelle. *Ech. angustatus* Rud., in Süsswasserfischen. *Ech. gigas* Goeze, von der Grösse eines Spulwurmes, im Dünndarm des Schweines. Der Embryo gelangt nach A. Schneider in Engerlingen zur Ausbildung. Auch im Dünndarm eines an Leukämie verstorbenen Kindes wurde von Lambl ein kleiner, noch nicht geschlechtsreifer *Echinorhynchus* aufgefunden. In jüngster Zeit wurde von Calandruccio experimentell nachgewiesen, dass der im Darme des Siebenschläfers *(Myoxus quercinus)*, sowie der Feldmaus und des Hamsters lebende *E. monoliferus* Bremser, dessen Jugendzustand in Blaps mucronata Latr. gefunden wird, auch im Darme des Menschen zur Entwicklung gelangt. Calandruccio inficirte sich selbst mit den Jugendformen aus Blaps und trieb sich acht Wochen später 33 Echinorhynchen ab.

III. Classe. **Annelides, Gliederwürmer.**

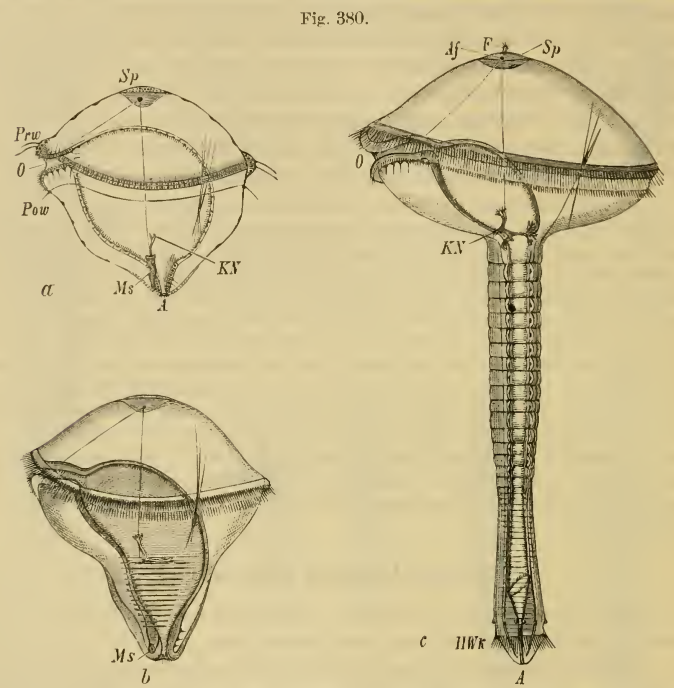
Segmentirte Würmer mit Gehirn, Schlundring und Bauchstrang (Ganglienkette), mit Segmentalorganen und Blutgefässen.

Das Verständniss vom Organismus der Gliederwürmer, sowie der Beziehungen derselben zu den niederen Würmern und zu den *Rotiferen* erscheint mit Hilfe der Lovén'schen Larve und ihrer Entwicklung gegeben. Durch dieselbe wird auch die Zusammengehörigkeit der Anneliden mit den *Gephyreen* ersichtlich, deren langgestreckter Leib zwar der inneren und äusseren Segmentirung entbehrt, dagegen in dem bauchständigen, meist noch von einem gleichmässigen Ganglienbelage überkleideten Nervenstrange das Aequivalent der Ganglienkette besitzt.

Der Körper der Lovén'schen Larve, von der man zur Ableitung des Annelidenleibes auszugehen hat, entbehrt der Gliederung und repräsentirt vornehmlich den Annelidenkopf, welcher sich in einen indifferenten, dem ganzen Rumpfe gleichwerthigen Endabschnitt fortsetzt.

Am Vorderende der Larve (Fig. 380) findet sich eine als Scheitelplatte bezeichnete Ectodermverdickung, welche die Anlage des Gehirnganglions repräsentirt und zahlreiche Nerven entsendet. Die weite Mundöffnung liegt bauchständig und führt in einen am Hinterende ausmündenden Darm. Vor dem Munde verläuft ein mächtiger präoraler Wimperkranz, dem hinter dem Munde ein schwächerer postoraler Wimperkranz folgt. Rechts und links findet sich ein Excretionscanal (Kopfniere, Protonephridium). Indem die Kopfregion der

Fig. 380.



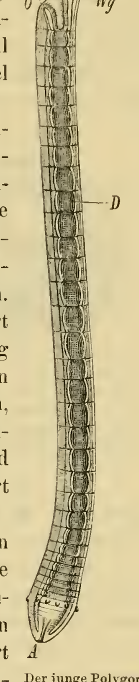
Entwicklung von *Polygordius,* nach B. Hatschek. *a* Larve. *Sp* Scheitelplatte mit Pigmentfleck, *Prw* präoraler Wimperkranz, *O* Mund, *Pow* postoraler Wimperkranz, *A* After, *Ms* Mesoderm, *KN* Kopfniere. — *b* Aeltere Larve mit beginnender Gliederung des Rumpfes. An der Kopfniere hat sich noch ein zweiter Schenkel entwickelt. — *c* Aelteres Stadium. Der Rumpf erscheint wurmförmig gestreckt und in zahlreiche Metameren gegliedert. *HWk* Hinterer Wimperkranz. *Af* Augenfleck, *F* Fühler.

Larve sich in Stirnlappen und Mundsegment umgestaltet, der hintere Körperabschnitt aber mehr und mehr in die Länge wächst und sich in eine Reihe hintereinander liegender Metameren gliedert, wird der ursprünglich ungegliederte Larvenleib zum Anneliden (Fig. 381).

Der bald abgeflachte, bald drehrunde cylindrische Leib des Gliederwurmes zeigt meist eine homonome Segmentirung, indem die auf den Kopf folgenden Metameren nicht nur äusserlich gleiche, zumeist durch Ein-

schnürungen begrenzte Stücke vorstellen, sondern auch gleichartige Abschnitte der inneren Organisation wiederholen. Der Endabschnitt mit dem After kann jedoch insofern eine besondere Stellung beanspruchen, als seine Organisation den primären, mehr indifferenten Charakter des hinteren Larvenleibes bewahrt und während der Entwicklung des Wurmes neue Segmente nach vorne zur Sonderung bringt. Indessen ist auch für die vorausgehenden Rumpfsegmente in Wahrheit die Homonomie niemals vollständig, indem gewisse Organe auf bestimmte Segmente beschränkt bleiben. Die äusseren Ringel des Integuments fallen entweder mit den inneren, durch Scheidewände *(Dissepimente)* getrennten Segmenten zusammen *(Chaetopoda)*, oder es kommen auf ein inneres Segment eine grössere bestimmte Anzahl (3. 4. 5 etc.) durch Furchen geschiedener äusserer Ringel *(Hirudinei)*.

Fig. 381.



Der junge Polygordius, nach B. Hatschek. *G* Gehirn, *Wg* Wimpergrube, *D* Darm.

Besondere Bewegungsorgane treten entweder als borstentragende Extremitätenstummel *(Chaetopoden)* an den einzelnen Leibesringen auf, oder fehlen und werden durch endständige Haftscheiben ersetzt *(Hirudineen)*. Im ersteren Falle kann jedes Segment ein rückenständiges und ein bauchständiges Paar von Fussstummeln besitzen, die auch durch einfache, in Hautgruben steckende Borsten vertreten sein können. Die am Vorderende ventralwärts gelegene *Mundöffnung* führt in einen muskulösen Schlund, der oft eine kräftige Bewaffnung trägt und als Rüssel hervorgestülpt wird. Dann folgt, den grössten Theil der Körperlänge durchsetzend, der Magendarm, welcher den Segmenten entsprechend regelmässige Einschnürungen erfährt oder seitliche Blindschläuche besitzt und nur ausnahmsweise gewunden erscheint. Die Afteröffnung liegt am hinteren Körperende.

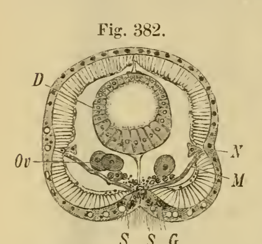
Das *Nervensystem* besteht aus dem Gehirn- oder oberen Schlundganglion, welches in der Scheitelplatte der Larve seine Anlage hat, aus einem Schlundring und einem Bauchstrang, beziehungsweise einer Bauchganglienkette, deren Hälften der Mittellinie in verschiedenem Maasse genähert liegen. Der Bauchstrang entsteht aus zwei seitlichen Nervensträngen, welche wahrscheinlich den Seitennerven der Nemertinen entsprechen. Dieselben setzen sich in die Schlundcommissur fort und sind wie diese gleichmässig von Ganglienzellen bekleidet. Diese Gestaltung des Nervensystems kann ebenso wie die ectodermale Lage desselben persistiren *(Archianneliden, Protodrilus,* Fig. 382). Bei den übrigen Anneliden tritt dieser Zustand nur vorübergehend auf, indem die Seitenstränge in einem vorgeschrittenen Stadium sich vom Ectoderm sondern, medianwärts zusammentreten und sich den Metameren des Rumpfes ent-

sprechend gliedern. Vom Gehirn entspringen die Nerven der Sinnesorgane: die übrigen Nerven treten vom Bauchstrange, beziehungsweise von den Ganglien der Bauchkette und von deren Längscommissuren aus. Fast überall findet sich ein besonderes Eingeweidenervensystem *(Sympathicus).*

Von *Sinnesorganen* kennt man paarige *Augenflecken* mit lichtbrechenden Einlagerungen oder grössere, complicirter gebaute Augen, ferner *Gehörbläschen* am Schlundringe (Kiemenwürmer) und *Tastfäden*, letztere bei den *Chaetopoden* als Fühler und Fühlercirren am Kopf und als Cirren an den Extremitätenstummeln der Segmente. Auch da, wo Fühler und Cirren fehlen, ist der Tastsinn an verschiedenen Stellen der Haut und besonders am Vorderende des Körpers in der Umgebung des Mundes ausgebildet durch Zellen, über welchen am freien Ende Haare und Borsten inseriren.

Sehr allgemein ist ein *Blutgefässsystem* vorhanden, doch scheint dasselbe nicht überall vollständig geschlossen, sondern mit den Lacunen der Leibeshöhle in offener Communication, so bei den *Hirudineen.* Im einfachsten Falle finden wir zwei Hauptgefässstämme, ein Rücken- und Bauchgefäss, beide durch zahlreiche Queranastomosen mit einander verbunden. Indem bald das Rückengefäss, bald die Verbindungsgefässe, bald der Bauchstamm contractil sind, wird die meist gefärbte, grüne oder rothe Blutflüssigkeit in den Gefässen und deren peripherischen Verzweigungen umherbewegt. Oft *(Hirudineen)* treten noch Seitengefässe hinzu, welche ebenso wie ein mittlerer contractiler Blutsinus auf selbstständig gewordene Theile der Leibeshöhle zurückzuführen sind.

Fig. 382.



Querschnitt durch den Leib von *Protodrilus*, nach B. Hatschek. *SS* die beiden Seitenstränge des Nervensystems, *G* Ganglienbelag derselben, *D* Darm, *N* Nieren, *M* Muskeln, *Ov* Eier.

Respirationsorgane kommen unter den Chaetopoden bei den *Polychaeten* als Anhänge der Parapodien (Rückenkiemen und Kopfkiemen), beziehungsweise als umgestaltete Fühlercirren vor.

Die *Excretionsorgane* treten in Form gewundener Canäle auf, welche sich paarweise in den Segmenten wiederholen (daher *Segmentalorgane*), meist mit flimmernder Trichteröffnung frei in der Leibeshöhle beginnen und in seitlichen Poren ausmünden. Dieselben können in einzelnen Segmenten die Function als Leitungswege der bei den *Polychaeten* und *Gephyreen* aus dem Epithel der Leibeshöhle entstehenden Geschlechtsproducte übernehmen, wie sie auch mit Concretionen erfüllte Zellen aus der Leibeshöhle entfernen. Ursprünglich dürften diese auch als *Nephridien* bezeichneten Excretionscanäle in allen Rumpfsegmenten, sowie im Kopfabschnitt (Mundsegment) sich entwickelt haben, in welchem letzteren sich im Körper des Embryos oder der Larve ein Röhrchenpaar als *„Kopfniere“* anlegt. Dasselbe scheint aber stets nach der hier primären Leibeshöhle hin blind geschlossen und wird wie zahlreiche andere embryonale Nephridienpaare

später rückgebildet, so dass im ausgebildeten Thiere die Zahl der bleibenden Nephridien eine beschränktere ist. Man hat die Kopfniere auch *Protonephridien* genannt und den Excretionscanälen der Platyhelminthen homolog betrachtet, hingegen die bleibenden Segmentalorgane oder Schleifencanäle als „Metanephridien“ bezeichnet.

Zahlreiche Anneliden *(Oligochaeten, Hirudineen)* sind Zwitter, die marinen *Chaetopoden* vorwiegend getrennten Geschlechtes. Bei der Selbstständigkeit des Segmentes, dem wir die Bedeutung einer untergeordneten Individualität zuschreiben, wird das Vorkommen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Theilung und Sprossung in der Längsachse *(Chaetopoden)* nicht überraschen.

Viele Anneliden setzen die Eier in besonderen Säckchen und Cocons ab, die Entwicklung erfolgt dann direct ohne Metamorphose. Die Meereswürmer dagegen durchlaufen eine mehr oder minder complicirte Metamorphose. Die Anneliden leben theils in der Erde, theils im Wasser und nähren sich meist von animaler Kost; viele *(Hirudineen)* sind gelegentliche Parasiten.

Als Hauptabtheilungen unterscheidet man die *Chaetopoden*, die einer Gliederung entbehrenden *Gephyreen* und die an parasitische Lebensweise angepassten *Hirudineen*. Letztere sind nicht etwa als Gliederwürmer einer niederen Organisationsstufe zu betrachten, vertreten vielmehr wenigstens in einigen Organsystemen, wie Darm, Circulationsapparat und Geschlechtsorganen, complicirtere Gestaltungsverhältnisse, welche am nächsten mit den *Oligochaeten*, von denen aus die Hirudineen abzuleiten sein dürften, übereinstimmen.

1. Unterclasse. **Chaetopoda** [1]), **Borstenwürmer.**

Freilebende Gliederwürmer mit paarigen Borsteneinlagerungen in den Segmenten, häufig mit ausgeprägtem Kopf, sowie mit Fühlfäden, Cirren und Kiemen.

Die Borstenwürmer sind äusserlich in Segmente gegliedert, welche den Metameren der inneren Organe entsprechen und sich mit Ausnahme des vorderen, als Kopf unterschiedenen Abschnittes meist ziemlich gleichartig verhalten (Fig. 383). Sehr häufig treten an den Segmenten Extremitätenstummel *(Parapodien)* mit eingelagerten Borsten auf, welche zunächst die Locomotion

---

[1]) Ausser den älteren Werken von Savigny, Audouin et Milne Edwards, Quatrefages vergl.: E. Grube, Die Familien der Anneliden. Archiv für Naturgesch., 1850 und 1851. E. Claparède, Recherches anatomiques sur les Annélides etc. Génève 1861. Derselbe, Les Annélides chétopodes du golfe de Naples. Génève et Bâle 1868, nebst Supplement 1870, und Recherches sur la structure des Annélides sédentaires. Génève 1873. Fr. Leydig, Tafeln zur vergl. Anatomie, 1864. B. Hatschek, Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten des zool. Institutes zu Wien, Tom. I, 1878. H. Eisig, Die Capitelliden des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Tom. XVI, Berlin 1887. P. Meyer, Studien über den Körperbau der Anneliden. Mitth. a. d. zool. Station zu Neapel, Tom. VII, 1887. Fr. Vejdovsky, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag 1884.

unterstützen und in verschiedenartigen Anhängen, *Kiemen* und *Cirren*, auch die Functionen der Respiration und des Tastens übernehmen (Fig. 384). Die Form der bewegbaren Borsten variirt ausserordentlich und bietet gute Anhaltspunkte zur Charakterisirung der Familien und Gattungen. Man unterscheidet Haarborsten, Hakenborsten, Plattborsten (*Paleen*), Spiessborsten, Sichelborsten, Pfeilborsten, Nadeln, Stacheln, je nach der Stärke, Gestalt und Art der Endigung (Fig. 385). Bei vollständigem Mangel von Fussstummeln und deren Anhängen liegen die Borsten in Gruben der Haut einzeilig oder zweizeilig, d. h. in seitlichen Bauchreihen oder in Bauchreihen und Rückenreihen eingelagert. Dann ist die Zahl der Borsten durchweg eine beschränkte (*Oligochaeten*). Andererseits kann dieselbe auch in grossem Maasse überhand nehmen, so dass die Haut an den Seiten mit langen Haaren und Borsten besetzt erscheint und sich über die ganze Rückenfläche ein dichter, metallisch glänzender Haarfilz ausbreitet (*Aphrodite*). Die Anhänge der Fussstummel bieten einen nicht minder grossen Reichthum verschiedener Formen und variiren auch nicht selten an den verschiedenen Leibesabschnitten; dieselben sind zunächst einfache oder geringelte fühlerartige Fäden, *Cirri*, welche in Rücken- und Baucheirren unterschieden werden (Fig. 384). Die Cirren sind meist fadenförmig und zuweilen gegliedert, oder konisch und dann oft mit einem besonderen Wurzelglied versehen. In einigen Fällen erlangen die Rückencirren eine flächenhafte Verbreiterung und bilden sich zu breiten

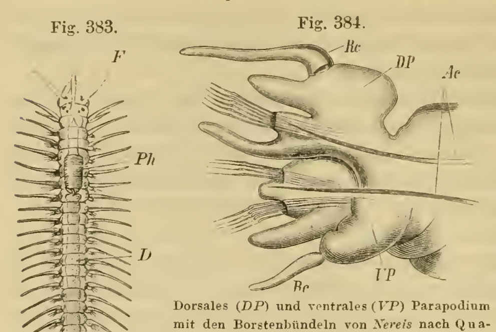


Fig. 383. *Grubea fusifera*, nach Quatrefages. *Ph* Pharynx, *D* Darmcanal. *C* Cirren. *F* Fühler.

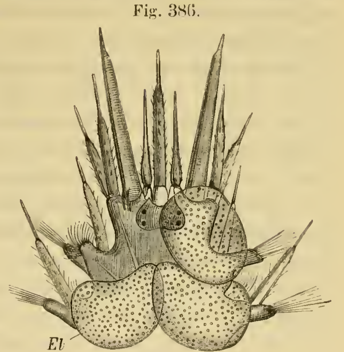
Fig. 384. Dorsales (*DP*) und ventrales (*VP*) Parapodium mit den Borstenbündeln von *Nereis* nach Quatrefages. *Ac* Stützborsten (Aciculae), *Rc* Rückencirrus, *Bc* Bauchcirrus.



Fig. 385. Borsten verschiedener Polychaeten, nach Malmgren und Claparède. *a* Hakenborste von *Sabella crassicornis*, *b* dieselbe von *Terebella Danielsseni*, *c* Borste mit Spiralleiste von *Sthenelais*, *d* Lanzenborste von *Phyllochaetopterus*, *e* dieselbe von *Sabella crassicornis*, *f* dieselbe von *Sabella pavonis*, *g* zusammengesetzte Sichelborste von *Nereis cultrifera*.

Schuppen, *Elytren*, um, welche ein schützendes Dach zusammensetzen (*Aphroditeen*) (Fig. 386). Neben den Cirren finden sich häufig fadenförmige oder geweihartig verästelte, büschel- oder kammförmige Kiemen (Fig. 319), bald auf die mittleren Leibesabschnitte beschränkt oder fast über die ganze Rückenfläche ausgedehnt, bald nur am Kopfe, beziehungsweise zugleich an den vor deren, auf das Mundsegment folgenden Segmenten (Kopfkiemer).

Fig. 386.

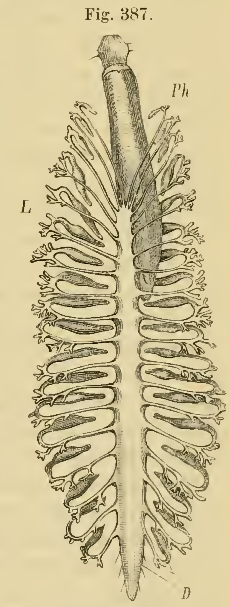


Vorderende von *Polynoë extenuata*, nach Entfernung der ersten linken Elytre, nach Claparède. Man sieht die zwei Borsten des Mundsegments blossgelegt. *El* Elytre.

Als Kopf (Fig. 318) fasst man die zwei vorderen Segmente zusammen, welche, zu einem Abschnitt verschmolzen, sich rücksichtlich ihrer Anhänge von den nachfolgenden Segmenten abweichend verhalten. Das vordere Segment überragt als Stirnlappen die Mundöffnung und trägt die *Fühler* und *Palpen*, sowie die Augen, der hintere Kopfabschnitt, das Mundsegment, die *Fühlercirren (Cirri tentaculares)*. *Aftercirren* werden die des letzten Segmentes bezeichnet (Fig. 383).

Der *Verdauungscanal* verläuft meist in gerader Richtung vom Munde nach dem am hinteren Körperende gelegenen After und gliedert sich in Schlund, Magendarm und Enddarm (Fig. 387). Oft kommt es zur Ausbildung eines erweiterten muskulösen Schlundkopfes, der mit Papillen oder beweglichen Kieferzähnen bewaffnet, als *Rüssel* hervorgestreckt werden kann. Der Magendarm bleibt meist in seiner ganzen Länge von gleicher Beschaffenheit und zerfällt durch regelmässige Einschnürungen in eine Anzahl von Abschnitten oder Kammern, welche den Segmenten entsprechen und selbst wieder in seitliche Ausstülpungen und Blindschläuche sich erweitern. Die Einschnürungen sind bedingt durch die membranösen Septen (Dissepimente), welche die Leibeshöhle in hintereinander liegende Kammern scheiden.

Fig. 387.



Verdauungscanal von *Aphrodite aculeata*, nach M. Edwards. *Ph* Pharynx, *D* Darm, *L* Leberanhänge desselben.

Das *Gefässsystem* dürfte überall geschlossen sein, so dass die in der secundären Leibeshöhle befindliche helle Ernährungsflüssigkeit, welche wie das Blut amöboide Körperchen enthält, mit dem meist gefärbten Blutinhalt der

Gefässe nicht communicirt. Das oberhalb des Darmes gelegene Rückengefäss ist meist contractil. In demselben strömt das Blut von hinten nach vorn, im Bauchgefäss in umgekehrter Richtung. Es kommt aber sehr allgemein noch ein zweites ventrales Längsgefäss (Subneuralgefäss), welches an der Ganglienkette verläuft, hinzu. Rücken- und Bauchgefässe sind nicht nur an ihren Enden, sondern auch in den einzelnen Segmenten durch Seitenschlingen verbunden, von denen aus sich peripherische Gefässnetze in die Haut und Darmwand, sowie in die Kiemen erstrecken.

Zwischen Körperwand und Darm findet sich eine vom Blutgefässsystem gesonderte, von Peritoneal-Epithel ausgekleidete Leibeshöhle (Coelom), die durch ein dorsales und ventrales, den Darm suspendirendes Mesenterium in zwei Seitenräume getheilt ist. Diese zerfallen wiederum durch quere, den Grenzen der Segmente entsprechende Dissepimente in zahlreiche Kammern, welche von einer häufig lymphoide Zellen haltigen Coelom-Flüssigkeit (Haemolymphe) erfüllt, unter einander durch Oeffnungen communiciren. Unter Rückbildungen der Dissepimente in bestimmten Regionen können grössere zusammenhängende Räume der Leibeshöhle entstehen. Nicht selten werden Zellengruppen des Peritoneums Träger von Excretionsstoffen [1], wie die drüsigen mit Chloragogenzellen erfüllten Wucherungen am Rückengefässe der *Lumbriculiden* (vergl. die Pericardialdrüse der Mollusken) und ähnliche Gebilde bei *Terebella, Arenicola* etc. Die dunkelkörnige Concremente enthaltenden Zellen dieser Anhänge lösen sich ab und werden durch die Nephriden nach aussen geführt. Die Leibesflüssigkeit mit ihren lymphoiden Zellen besitzt auch eine nutritive Bedeutung und kann bei Ausfall des Blutgefässsystems das Blut vertreten. In diesem Falle sind die Zellen derselben roth gefärbt und hämoglobinhaltig *(Glycera, Capitella, Polycirrus)*.

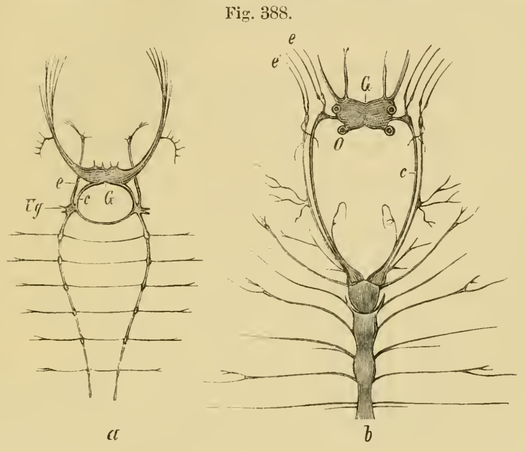
Besondere *Respirationsorgane* fehlen sämmtlichen *Oligochaeten*. Bei den Meereswürmern treten dagegen Kiemen als Anhangsgebilde der Fussstummel auf. Dieselben sind entweder einfache Cirren, welche Flimmerhaare auf der Oberfläche ihrer zarten Wandung tragen und Blutgefässschlingen aufgenommen haben, oder verästelte *(Amphinome)*, beziehungsweise kammförmige *(Eunice)* Schläuche, neben denen noch besondere Cirren sich erheben (Fig. 319). Bald sind die Kiemen auf die mittleren Segmente beschränkt *(Arenicola)* (Fig. 396), bald an fast allen Segmenten, nach dem hinteren Körperende sich vereinfachend, an der Rückenfläche entwickelt *(Dorsibranchiata)*. Bei den Röhrenbewohnern beschränken sich die Kiemen auf die zwei *(Pectinaria, Sabellides)* oder drei *(Terebella)* vordersten Segmente (Fig. 392). Es fungiren hier zugleich büschelförmig gehäufte und verlängerte Fühler des Kopfabschnittes, welche bei den *Sabelliden* durch ein besonderes Knorpelskelet gestützt und mit secundären Zweigen federbuschartig besetzt sein

[1]) Vergl. ausser Vejdovsky, Eisig, P. Meyer l. c., C. Grobben, Die Pericardialdrüse der chaetopoden Anneliden nebst Bemerkungen über die perienterische Flüssigkeit derselben. Sitzungsberichte der k. Akad. der Wiss. Wien 1888.

können, als Kiemen *(Capitibranchiata)*. Entweder stehen diese Fäden einfach im Kreise um die Mundöffnung herum oder in zwei Seitengruppen geordnet *(Serpuliden)*, deren Basis sich nicht selten in eine Spiralplatte auszieht. Diese Anhänge dienen aber zugleich zum Tasten, zur Herbeischaffung der Nahrung und zum Aufbau der Röhren und Gehäuse.

Als *Excretionsorgane* finden sich oft in allen Metameren paarige Nephridien, *Segmentalorgane*. Dieselben beginnen mittelst eines Wimpertrichters in der Leibeshöhle (Coelom), besitzen eine drüsige Wandung, nehmen einen mehrfach gewundenen Verlauf und münden rechts und links je in einem seitlichen Porus des Segmentes aus. Wie die Drüsengänge überhaupt auch zur Ausführung von Excretionsstoffen der Leibeshöhle (Chloragogenzellen) dienen, so werden dieselben bei den marinen Borstenwürmern zur Brunstzeit in den

Fig. 388.



Gehirn und vorderer Abschnitt der Ganglienkette *a* von *Serpula*, *b* von *Nereis*, nach Quatrefages *O* Augen, *G* Gehirnganglion, *c* Schlundcommissur, *Ug* unteres Schlundganglion, *e e'* Nerven für die Cirri tentaculares, beziehungsweise die Anhänge des Mundsegments.

Genitalsegmenten als Eileiter oder Samenleiter verwendet, um die in der Leibeshöhle freigewordenen Geschlechtsproducte nach aussen zu schaffen. Von besonderen Drüsen im Körper der Chaetopoden verdienen diejenigen Hautdrüsen der Oligochaeten erwähnt zu werden, welchen die als Gürtel bekannte Auftreibung mehrerer Segmente ihren Ursprung verdankt. Das Secret dieser Drüsen mag die innige Verbindung der sich begattenden Würmer unterstützen. Ferner kommen bei den *Serpuliden* zwei grosse, auf der Rückenfläche des Vorderkörpers mündende Drüsen vor, deren Secret zur Bildung der Röhren, in welchen die Thiere leben, verwendet wird (Fig. 395 *Dr*).

Was das *Nervensystem* anbelangt, so lagern oft die Längsstränge des Bauchmarkes so dicht aneinander, dass sie einen einzigen Strang zu bilden scheinen *(Oligochaeten)*, weichen dagegen bei den Röhrenwürmern merklich,

am meisten im vorderen Abschnitte der Ganglienkette auseinander *(Serpula)* (Fig 388 *a*). Das System von Eingeweidenerven besteht aus paarigen und unpaaren Ganglien, welche die Mundregion und vornehmlich den vorstülpbaren Rüssel versorgen.

Von *Sinnesorganen* sind ein oder zwei *Augenpaare* auf der Oberfläche des Stirnlappens sehr verbreitet. Augenflecken können freilich auch am hinteren Körperende liegen *(Fabricia)* oder an den Seiten aller Segmente sich regelmässig wiederholen *(Polyophthalmus)*. Selbst auf den Kiemenfäden finden sich bei *Sabella*-Arten Pigmentflecken mit lichtbrechenden Körpern angebracht. Am höchsten entwickelt, mit einer grossen Linse und einer complicirten Retina versehen, sind die grossen Kopfaugen der Gattung *Alciope*. [1])

Beschränkter erscheint das Vorkommen von *Gehörorganen*, welche als paarige Otolithenblasen am Schlundringe von *Arenicola, Fabricia*, einigen *Sabelliden* und jungen *Terebellen* vorkommen. Seitliche Wimpergruben, welche den durch Längsspalten ausmündenden Kopfgruben der Nemertinen entsprechen dürften, sind bei zahlreichen Polychaeten nachzuweisen und als *Geruchsorgane* gedeutet worden. Verschieden sind von diesen die becherförmigen, in Gruben der Haut, am Mundrande, auch in der Mundhöhle eingelagerten Organe, ferner die seitlich an den Segmenten sich wiederholenden Haufen von Sinneszellen, welche man theilweise als Geschmacksorgane deutet *(Capitellen, Lumbriciden, Chaetogastriden* etc.). Ausser den Fühlern, Cirren und Elytren kann auch die Hautoberfläche an anderen Körperstellen zum Sitze einer Tastempfindung werden. An solchen Stellen sind entweder starre Härchen und Borsten als Fortsätze von Sinneszellen, Tastzellen, verbreitet, oder es finden sich wie bei *Sphaerodorum* besondere Tastwärzchen mit Nervenenden.

Bei kleineren Chaetopoden kommt zuweilen eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sprossung und Theilung vor. Entweder (fissipare Fortpflanzung) geht eine grössere Segmentreihe aus dem ursprünglichen Körper eines Wurmes in den Leib eines Sprösslings über, z. B. bei *Syllis prolifera*, wo sich durch eine einfache Quertheilung eine Reihe der hinteren, mit Eiern erfüllten Segmente ablöst, nachdem vor denselben ein neuer Kopf gebildet wurde, oder (gemmipare Fortpflanzung) es ist nur ein einziges und gewöhnlich das letzte Segment, welches zum Ausgangspunkt der Neubildung eines zweiten Individuums wird. In dieser Weise verhält sich die als *Autolytus prolifer* bekannte Syllidee, welche zugleich ein Beispiel von Generationswechsel bietet und ausschliesslich als Amme durch Knospung in der Längsachse die als *Sacconereis helgolandica* (Weibchen) und als *Polybostrichus Mülleri* [2]) (Männchen) bekannten Geschlechtsthiere erzeugt (Fig. 389). Hier bildet sich vor dem Schwanzende der

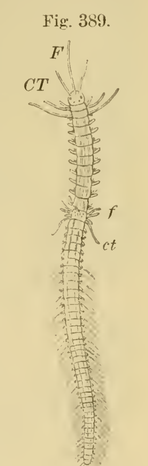
---

[1]) R. Greeff, Ueber das Auge der Alciopiden etc., Marburg 1876, sowie Untersuchungen über die Alciopiden. Nov. Act. der K. Leop. Car. Akad. etc., Tom. XXXIX, Nr. 2.

[2]) Vergl. ausser den Untersuchungen O. Fr. Müller's, Quatrefages', Leuckart's, Krohn's besonders: A. Agassiz, On alternate generation of Annelids and the embryology of Autolytus cornutus. Boston. Journ. Nat. Hist., Vol. III, 1863.

Amme eine ganze Reihe von Segmenten, welche nach Bildung eines Kopfabschnittes ein neues Individuum zusammensetzen. Indem sich dieser Vorgang wiederholt, entsteht eine zusammenhängende Kette von Individuen, welche nach ihrer Trennung die Geschlechtsthiere vorstellen. Auch bei Süsswasser bewohnenden *Naideen*, bei *Chaetogaster*, kommt es durch eine gesetzmässige Sprossung in der Längsachse zur Bildung von Ketten, die nicht weniger als 12—16, freilich nur viergliederige Individuen enthalten, während die letztern zur Zeit der Geschlechtsreife aus einer grösseren Zahl von Segmenten bestehen. Aehnlich verhält sich auch die schon von O. Fr. Müller beobachtete Vermehrungsart von *Nais proboscidea*, aus deren letztem Segment der Leib des neu zu bildenden Sprösslings erzeugt wird. Jedoch werden Mutter- und Tochterindividuen von *Nais* in gleicher Weise geschlechtsreif.

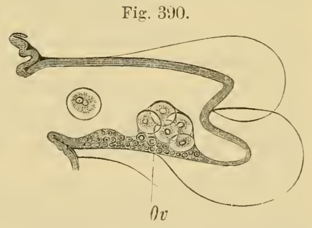
Fig. 389.



Autolytus cornutus mit dem männlichen Thiere (*Polybostrichus*), nach A. Agassiz. *F* Fühler, *CT* Cirri tentaculares, *f* Fühler, *ct* Cirri tentaculares des Männchens.

Mit Ausnahme der hermaphroditischen *Oligochaeten* und einzelner *Serpuliden* (z. B. *Spirorbis spirillum*, *Protula Dysteri*) sind die Chaetopoden getrennten Geschlechtes. Männliche und weibliche Individuen erscheinen zuweilen im Bau der Sinnes- und Bewegungsorgane so auffallend verschieden, dass man sie für Arten verschiedener Gattungen gehalten hat. Ausser den bereits erwähnten *Sacconereis* und *Polybostrichus*, zu denen noch *Autolytus* als Ammenform gehört, wurde ein ähnlicher Dimorphismus des Geschlechtes von Malmgren für *Heteronereis* nachgewiesen, deren Männchen und Weibchen eine verschiedene Körpergestalt und Segmentzahl besitzen. Dieselbe gehört in den Entwicklungskreis von *Nereis*, für welche Gattung eine merkwürdige Heterogonie besteht, indem eine kleinere, an der Oberfläche schwimmende Generation mit einer grösseren schwerfälligen, auf dem Boden in der Tiefe lebenden wechselt.

Fig. 390.



Ein Parapodium von *Tomopteris* mit Eizellenlager und einem freien Ei, nach C. Gegenbaur.

Bei den *Oligochaeten* findet sich im Körper ein zum Theil hochentwickelter Geschlechtsapparat. Die Ovarien und Hoden liegen hier in ganz bestimmten Segmenten und entleeren ihre Producte durch Dehiscenz der Wandung in die Leibeshöhle. Oft sind neben den Segmentalorganen Ausführungsgänge vorhanden, welche die Geschlechtsproducte nach aussen leiten (*O. terricolae*), in anderen Fällen fehlen die Segmentalorgane in diesen Segmenten (*O. limicolae*). Bei den marinen Borstenwürmern entstehen die Eier oder Samenfäden (Fig. 390) als Zellen der peritonealen Bekleidung der Leibeswandung, entweder nur in den

vorderen Segmenten, oder in der gesammten Länge des Körpers. Die Geschlechtsstoffe werden dann in der Leibeshöhle frei, erlangen hier ihre volle Reife und treten durch die Segmentalorgane nach aussen. Nur wenige Borstenwürmer, wie z. B. *Eunice* und *Syllis vivipara,* gebären lebendige Junge, alle übrigen sind Eier legend; viele legen die Eier in zusammenhängenden Gruppen ab und tragen sie mit sich herum, während die Eier von den *Oligochaeten* in Cocons abgesetzt werden. Die Entwicklung des Embryos erfolgt nach vorausgegangener inäqualer Dotterklüftung.

Mit Ausnahme der Oligochaeten durchlaufen die Jugendformen eine Metamorphose und erweisen sich nach dem Ausschlüpfen als bewimperte, mit Mund und Darm versehene Larven, deren Grundform, die Lovén'sche Larve, in zahlreichen Modificationen auftritt.

Die Fähigkeit, verloren gegangene Theile, insbesondere das hintere Körperende und verschiedene Körperanhänge, wieder zu erzeugen, scheint allgemein verbreitet. Selbst den Kopf und die vorderen Segmente mit Gehirn, Schlundring und Sinnesapparaten sind sowohl die *Lumbricinen,* als einzelne Meereswürmer *(Diopatra, Lycarctus)* wieder zu ersetzen im Stande.

Fossile Reste von Borstenwürmern finden sich vom Silur an in den verschiedensten Formationen.

1. Ordnung. **Polychaetae**[1]**), Polychaeten.**

Marine Chaetopoden mit zahlreichen in Fussstummeln eingelagerten Borsten, meist mit wohl gesondertem Kopf, mit Fühlern, Cirren und Kiemen. Sind vorwiegend getrennt geschlechtlich und entwickeln sich mittelst Metamorphose.

Die schärfere Sonderung des aus Stirnlappen und Mundsegment zusammengesetzten Kopfes, das Auftreten von Fühlern, Fühlercirren und Kiemen, sowie die Einlagerung von Borsten in ansehnliche, als Ruder fungirende Fusshöcker weisen auf die höhere Lebensstufe der marinen Borstenwürmer hin, wenn sich auch die innere Organisation keineswegs complicirter als die der Oligochaeten gestaltet. Indessen können alle jene Merkmale mehr und mehr zurücktreten oder vollständig verschwinden, so dass es schwer wird, eine scharfe Grenze zwischen Oligochaeten und Polychaeten festzustellen. Sowohl die Fussstummel *(Capitelliden),* als auch die Borsten können wegfallen *(Tomopteriden).*

In seltenen Fällen sind Borstenbündel in allen auf den Kopf folgenden Segmenten vorhanden, jedoch einzeilig geordnet und an jedem Segmente einem einzigen ventralen, retractilen Parapodienpaar eingelagert. Wahrscheinlich

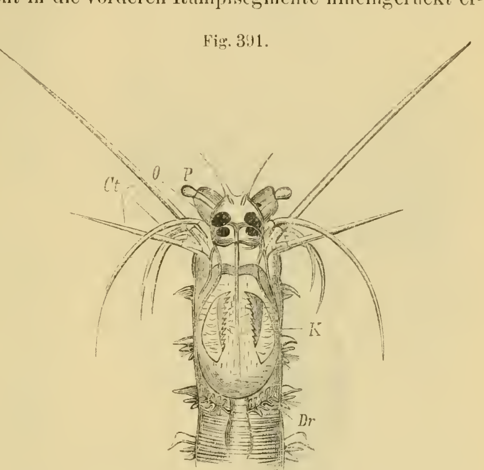
---

[1]) Audouin et Milne Edwards, Classification des Annélides et description des celles qui habitent les côtes de la France. Annales des sc. nat., Tom. XXVII—XXX, 1832—1833. Delle Chiaje, Descrizioni e notomia degli animali senza vertebre della Sicilia citeriore. Napoli 1841. Quatrefages, Histoire naturelle des Annélides. Tom. I und II, 1865, sowie die zahlreichen Schriften von E. Grube und E. Claparède, H. Eisig, E. Meyer u. A.

repräsentirt dieses für *Saccocirrus* und Verwandte nachgewiesene Verhalten den primitiven Zustand, zumal hier gleichzeitig in der Gestaltung des ausserhalb des Hautmuskelschlauches dem Ectoderm anliegenden Nervensystems und der auf zwei einfache Tentakeln des Stirnlappens und auf Flimmergruben reducirten Sinnesorgane niedere und ursprünglichere Verhältnisse vorliegen.

Bei zwei anderen sehr merkwürdigen Wurmformen, bei *Polygordius* (Fig. 381 *d*) und *Protodrilus*, fehlen nicht nur Fussstummel und Borsten, sondern auch die äussere Leibesgliederung. Die Segmentirung des äusserlich einfachen ungegliederten und borstenlosen Wurmes ist durchaus auf die innere Organisation beschränkt und insofern allen anderen Anneliden gegenüber eine *vollkommen homonome*, als sich der Oesophagus auf den Kopfabschnitt beschränkt und noch nicht in die vorderen Rumpfsegmente hineingerückt erscheint. Da ferner auch das Nervencentrum in seiner ganzen Ausdehnung dem Ectoderm angehört, das Gehirn seine ursprüngliche, der Scheitelplatte entsprechende Lage am Vorderende bewahrt, und der Bauchstrang noch keine Ganglienkette darstellt, erscheint in diesen Formen die ursprüngliche Gestaltung der Anneliden bleibend erhalten. Man hat daher für dieselben eine besondere Classe der *Archianneliden* aufgestellt.

Fig. 391.



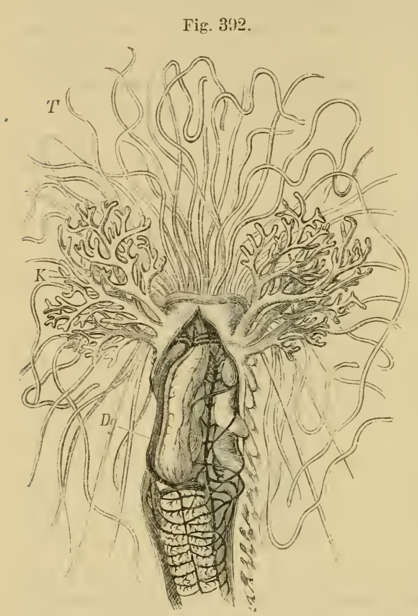
Kopf und vordere Rumpfsegmente von *Nereis Dumerilii*, nach E. Claparède. *O* Augen, *P* Palpen, *Ct* Cirri tentaculares, *K* Schlundkiefer, *Dr* Anhangsdrüse des Darmes.

Complicirt gestaltet sich das *Gefässsystem* bei den Polychaeten durch das Auftreten von Kiemen, welche mit Gefässzweigen versorgt werden. Bei den Polychaeten mit Rückenkiemen ziehen vom dorsalen Gefässstamm Gefässzweige zu den Kiemen, aus denen das Blut durch besondere Aeste zum Bauchgefäss geleitet wird. Wo sich hingegen, wie bei den Röhren bewohnenden Kopfkiemern, der Athmungsapparat auf wenige Segmente concentrirt, erfährt der betreffende Gefässabschnitt bedeutendere Modificationen. Bei den *Terebellen* (Fig. 392) erweitert sich der Dorsalstamm oberhalb des Munddarmes zu einem schlauchförmigen Kiemenherzen, welches Seitengefässe in die Kiemen entsendet. Auch können an solchen Stellen Querschlingen zwischen Rücken- und Bauchgefäss als herzartige Abschnitte fungiren, wie solches auch bei den

Oligochaeten häufig nachweisbar ist. Uebrigens erfährt das Gefässsystem in manchen Fällen bedeutende Reductionen und fehlt bei *Glycera, Capitella* und *Polycirrus,* wo das Blut durch die periviscerale Flüssigkeit ersetzt wird.

Die bleibenden Nephridien sind in manchen Familien auf gewisse Regionen oder einzelne Segmente beschränkt, so z. B. bei den *Terebelliden* auf die sog. Thoracalregion, welche durch ein Dissepiment in eine vordere und hintere getrennt wird. In jener sind die Nephridien lediglich Segmentalorgane, in dieser dienen sie zur Abführung der Geschlechtsstoffe.

Fig. 392.



Terebella nebulosa, von der Rückenseite geöffnet, nach M. Edwards. *T* Tentakeln, *K* Kiemen, *Dg* vorderer Abschnitt des Dorsalgefässes (Herz).

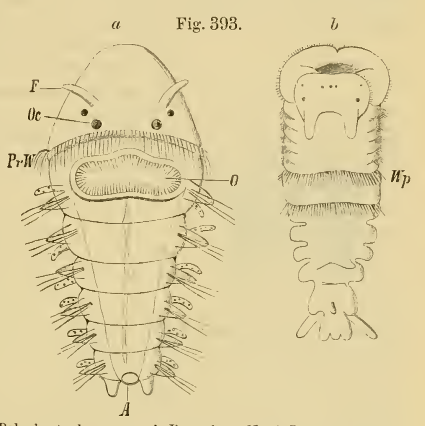
Die *Geschlechtsorgane* sind im Gegensatz zu den hermaphroditischen Oligochaeten meist auf verschiedene, zuweilen abweichend gestaltete Individuen vertheilt. Indessen sind auch eine Anzahl hermaphroditischer Polychaeten, vornehmlich aus den Serpulidengattungen, z. B. *Spirorbis, Protula,* bekannt geworden.

Die Entwicklung [1]) ist im Gegensatze zu den *Oligochaeten* stets mit einer Metamorphose verbunden. Die Dotterklüftung ist ähnlich wie bei den *Hirudineen* in der Regel eine ungleichmässige, und schon die beiden ersten Klüftungskugeln zeigen eine ungleiche Grösse. Die kleinere rascher sich klüftende (animale) Hälfte liefert die kleineren Furchungskugeln, welche die grösseren, aus der Klüftung der grösseren Hälfte hervorgegangenen entodermalen Kugeln umwachsen und einschliessen. Das mittlere Keimblatt wird durch zwei Zellen angelegt, welche zwei sich später in Metameren gliedernde, ventrale Streifen erzeugen. Unterhalb dieser entsteht aus einer Verdickung des äusseren Blattes die Anlage des Nervensystems. Die Entwicklung dieser streifenförmigen Anlage (Primitivstreifen) fällt bei den Polychaetenembryonen oft erst in eine spätere Zeit, nachdem der Embryo als Larve ein freies Leben zu führen begonnen hat.

---

[1]) A. Goette, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Würmer. Leipzig 1882, III. W. Salensky, Études sur le développement des Annélides. Arch. de Biol., Tom. III—IV, 1882—1883.

An den frei umherschwärmenden Larven sind die Wimperhaare selten über den ganzen Körper zerstreut *(Atrocha)*.[1]) Meist erscheinen dieselben auf Wimperreifen beschränkt und entweder wie bei der Lovén'schen Larve in einiger Entfernung vom vorderen Körperende als Segelwulst oberhalb des Mundes *(Cephalotrocha, Polynoëlarve)* oder als doppelte Wimperreifen an den entgegengesetzten Körperenden entwickelt (*Telotrocha, Spio-* und *Nephthys*-larve). Zu beiden Wimperreifen können aber noch Wimperbogen am Bauche *(Gastrotrocha)* oder zugleich auch am Rücken *(Amphitrocha)* hinzukommen. In anderen Fällen umgürten ein oder mehrere Wimperreife die Mitte des Leibes *(Mesotrocha)*, während die endständigen Reifen fehlen (*Telepsavus*- und *Chaetopterus*larve, Fig. 393 *b*). Dazu gesellen sich bei vielen Larven noch lange provisorische Borsten, die später durch die bleibenden verdrängt werden *(Metachaeten)*. Trotz der grossen Verschiedenheit der Körpergestaltung lassen sich die Chaetopodenlarven auch ihrer weiteren Entwicklung nach auf die Lovén'sche Larve zurückführen.



Polychaetenlarven, nach Busch. *a Nereis*-Larve. *F* Fühler, *Oc* Augen, *PrW* präoraler Wimperkranz, *O* Mund, *A* After. — *b* Mesotroche *Chaetopterus*-Larve, *Wp* Wimperkranz.

Relativ wenige Formen, wie z. B. die durchsichtigen *Alciopiden*, halten sich an der Oberfläche des Meeres auf, die meisten bewohnen die Region der Küsten. Zahlreiche Formen gehen in die Tiefe hinab. Manche haben die Fähigkeit, ein intensives Licht auszustrahlen, so besonders Arten der Gattung *Chaetopterus*, deren Antennen und Körperanhänge leuchten. Ebenso leuchten die Elytren von *Polynoë*, die Tentakeln von *Polycirrus* und die Haut einiger *Syllideen*. Panceri[2]) hat den Sitz der Lichtproduction in einzelligen Hautdrüsen nachgewiesen, deren Zusammenhang mit Nerven bei *Polynoë* erkannt wurde.

1. Unterordnung. *Errantia. Freischwimmende Raubpolychaeten.* Der Kopflappen bleibt stets selbstständig und bildet sich zugleich mit dem Mundsegment zu einem wohlgesonderten Kopfabschnitt aus, welcher Augen, Fühler und meist auch Fühlercirren trägt. Die Extremitätenstummel sind umfangreich und dienen mit ihren sehr mannigfach gestalteten Borstenbündeln als Ruder. Der vordere Theil des Schlundes ist als Rüssel vorstülpbar und zerfällt in mehrere Abschnitte; entweder ist derselbe nur mit Papillen und Höckern besetzt,

[1]) Vergl. E. Claparède und E. Metschnikoff, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XIX, 1869.

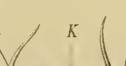
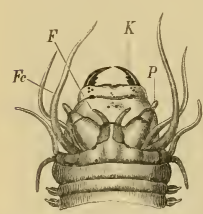
[2]) Panceri, La luce e gli organi luminose di alcuni annelidi. Atti della R. Accad. scienz. fis. e mat. di Napoli, 1875.

oder er birgt auch einen kräftigen, beim Vorstülpen an die Spitze tretenden Kieferapparat (Fig. 394). Kiemen können fehlen, in der Regel jedoch treten dieselben als kammförmige oder dendritische Schläuche an den Parapodien auf *(Dorsibranchiata)*. Die Errantien ernähren sich vom Raube *(Rapacia)* und schwimmen frei im Meere, bewohnen aber auch zeitweilig dünnhäutige Röhren.

Fam. *Aphroditidae*. An den Fussstummeln des Rückens breite Schuppen *(Elytren)* (Fig. 386), welche meist alternirend, oft nur am Vorderkörper, den Segmenten aufsitzen. Kopflappen mit Augen, mit einem unpaaren und meist mit zwei seitlichen Stirnfühlern, zu denen noch zwei stärkere seitliche untere Fühler (Palpen Kinb.) hinzukommen. Rüssel cylindrisch, vorstülpbar, mit zwei oberen und zwei unteren Kiefern. *Aphrodite aculeata* Lin. Rücken mit Haarfilz. Augen sitzend. Borsten der Bauchstummeln zahlreich. Atlantischer Ocean und Mittelmeer. *Hermione hystrix* Quatr. Augen gestielt. Nordsee und Mittelmeer. *Polynoë scolopendrina* Sav., Ocean und Mittelmeer. *P. (Acholoë) astericola* Delle Ch., lebt in den Ambulacralrinnen von Astropecten.

Fam. *Eunicidae*. Leib sehr lang, aus zahlreichen Segmenten zusammengesetzt. Kopflappen mit mehreren Fühlern (Fig. 318). Fussstummel meist einästig, selten zweiästig, gewöhnlich mit Bauch- und Rückencirren nebst Kiemen. Ein aus mehreren Stücken zusammengesetzter Oberkiefer und ein aus zwei Platten bestehender Unterkiefer liegen in einem Sacke, Kiefersack, auf dessen Rückenfläche das Schlundrohr verläuft. *Staurocephalus vittatus* Gr., *Halla (Lysidice) parthenopeia* Delle Ch., Neapel. *Diopatra neapolitana* Delle Ch., Neapel. *Eunice Harassii* Aud. Edw.

Fig. 394.

Nereis margaritacea. Kopf mit vorgestülptem Kieferapparat des Schlundes von der Rückenseite, nach M. Edwards. *K* Kiefer, *F* Fühler, *P* Palpen, *Fc* Fühlercirren.

Fam. *Nereidae* = *Lycoridae*.[1]) Der gestreckte Körper aus zahlreichen Segmenten zusammengesetzt. Kopflappen mit zwei Fühlern, zwei Palpen und vier Augen (Fig. 394). Erstes Segment ruderlos, mit zwei Paar Fühlercirren jederseits. Ruder ein- oder zweiästig, mit Rücken- und Bauchcirren, mit zusammengesetzten Borsten. Rüssel meist mit Kieferspitzen besetzt, stets mit zwei Kiefern. *Nereis Dumerilii* Aud. Edw. (Fig. 391), franz.-engl. Küste, mit der dazu gehörigen *Heteronereis fucicola* Oerst., *N. cultrifera* Gr., Mittelmeer. *N. fucata* Sav., Nordsee. Die früher als *Heteronereis* Oerst. unterschiedene Form weicht von *Nereis* durch die bedeutende Grösse des Kopflappens und der Augen, sowie durch die ausserordentliche Entwicklung der Ruder und die abnorme Bildung der hinteren Körperregion ab, gehört indess mit *Nereis* und *Nereilepas* in den gleichen Generationskreis.

Fam. *Glyceridae*. Körper schlank, aus zahlreichen geringelten Segmenten zusammengesetzt. Kopflappen kegelförmig, geringelt, mit vier kleinen Fühlern an der Spitze und zwei Palpen an der Basis. Rüssel weit vorstülpbar, mit vier starken Kieferzähnen. Die Zellen der Leibeshöhlenflüssigkeit (Coelomflüssigkeit) stellen rothe Blutkörperchen dar; ein besonderes Gefässsystem fehlt. *Glycera capitata* Oerst., Nordsee.

Fam. *Syllidae*. Körper gestreckt und abgeplattet. Kopf meist mit drei Fühlern und zwei bis vier Fühlercirren (Fig. 389). Der vorstülpbare Rüssel besteht aus einer kurzen Rüsselröhre, einer durch Cuticularbildung starren Schlundröhre und einem darauf folgenden mit ringförmigen Punktreihen gezeichneten Abschnitt. Im Kreise derselben Art treten zuweilen verschiedene Formen als Geschlechtsthiere und als Ammen auf. Viele tragen die Eier bis zum Ausschlüpfen der Jungen mit sich umher. *Syllis vittata* Gr., im Mittelmeer. *Odontosyllis gibba* Clap., Normandie. *Autolytus prolifer* O. Fr. Müll., Ammenform (Fig. 389).

---

[1]) Vergl. E. Grube, Die Familie der Lycorideen. Jahresber. der schlesischen Gesellschaft, 1873.

Das Männchen als *Polybostrichus Mülleri* Kef., das Weibchen als *Sacconereis helgolandica* Müll. beschrieben. *Sphaerodorum peripatus* Gr., Mittelmeer.

Fam. *Phyllodocidae.* Körper mit zahlreichen Segmenten. Kopflappen nur mit Fühlern und Augen. Ruder unbedeutend, mit blattförmigem Rücken- und Bauchcirrus. Rüssel aus einer langen, meist papillentragenden Rüsselröhre und einem gestreckten, dickwandigen Endabschnitt gebildet. *Phyllodoce lamelligera* Johnst., Quarnero. *Eulalia* Sav.

Fam. *Alciopidae (Alciopea).* Körper glashell, Kopf mit zwei grossen, halbkugelig vorspringenden Augen. Bauch- und Rückencirren blattartig. Rüssel vorstülpbar mit dünnhäutiger Rüsselröhre und dickwandigem Endabschnitt, an dessen Eingang zwei hakenförmige Papillen stehen. Die Larven leben zum Theil parasitisch in Cydippiden. *Alciopa Cantrainii* Delle Ch., Neapel.

Fam. *Tomopteridae (Gymnocopa).* Kopf wohl gesondert, mit zwei Augen, zwei Kopflappen und vier Fühlern, von denen zwei bei vielen Arten nur im Jugendzustande vorhanden sind. Mundsegment mit zwei langen Fühlercirren, die durch eine kräftige innere Borste gestützt werden. Mund ohne Rüssel und Kieferbewaffnung. Die Segmente tragen mächtige, aber borstenlose, zweilappige Fusshöcker. *Tomopteris scolopendra* Kef., Mittelmeer. *T. onisciformis* Esch., nördliche Meere, Helgoland.

Eine durch Parasitismus veränderte kleine Polychaetengruppe wird durch die Gattung *Myzostoma* F. S. Lkt. [1]) repräsentirt, über deren Stellung bisher sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen worden sind. Es sind kleine scheibenförmige Schmarotzer der Comatuliden mit weicher, überall flimmernder Körperbedeckung, mit vier Paaren seitlich gestellter Saugnäpfe an der Bauchfläche, mit einem vorstreckbaren papillentragenden Rüssel am Vorderende und einem verästelten Darmcanal, welcher am hinteren Körperende ausmündet. An den Seiten des Körpers erheben sich fünf Paare kurzer, je einen Haken (mit ein bis drei Ersatzhaken) nebst Stützborste einschliessender Fusshöcker. In der Regel finden sich am Körperrande doppelt so viel Cirren oder kurze walzenförmige Vorsprünge. Blutgefässe, sowie Nephridien werden vollständig vermisst. Die Thiere sind Zwitter. *M. glabrum, cirriferum* F. S. Lkt.

2. Unterordnung. *Sedentaria* [2]) = *Tubicolae, Röhrenbewohner.* Mit undeutlich gesondertem Kopf und kurzem, meist nicht vorstülpbarem Rüssel, ohne Kieferbewaffnung. Kiemen können vollständig fehlen, in vielen Fällen sind dieselben auf die zwei oder drei auf den Kopf folgenden vordersten Segmente beschränkt, stehen ausnahmsweise auch am Rücken der mittleren Leibesringe *(Arenicolidae)*, werden in der Regel aber zugleich durch zahlreiche fadenförmige Fühler und Fühlercirren des Kopfes *(Capitibranchiata)* vertreten, von denen einer oder mehrere an der Spitze einen Deckel zum Verschluss der Röhre bilden können (Fig. 395). Die kurzen Fussstummel sind niemals wahre Ruder, die oberen tragen meist Haarborsten, die unteren sind Querwülste mit Hakenborsten oder Hakenplatten. Augen fehlen sehr häufig, in anderen Fällen sind sie in doppelter Zahl am Kopf oder am Endsegment, zuweilen selbst an den Tentakelkiemen und dann stets in grosser Zahl vorhanden. Oft zerfällt der Rumpf in zwei (Thorax und Abdomen) oder auch in drei Regionen, deren Segmente sich durch verschiedenen Umfang auszeichnen. Die Sedentaria leben in mehr oder minder festen, eigens gebauten Röhren und ernähren sich von vegetabilischen Stoffen, die sie mittelst des Tentakelapparates herbeischaffen. Bei der Röhrenbildung sind den Thieren die langen Fühler oder Kiemenfäden des Kopfes in verschiedener Weise behilflich, wie z. B. die *Sabelliden* den fein vertheilten Schlamm durch die Cilien der Fäden im trichterförmigen Grunde des Kiemenapparates anhäufen, mit einem aus grossen Drüsen ausgeschiedenen Kittstoff vermischen und dann auf den Rand der Röhre übertragen sollen, während die *Terebelliden* mit ihren langen, äusserst dehnbaren Fühlerfäden Sandkörnchen

[1]) L. v. Graff, Das Genus Myzostoma. Leipzig 1877.

[2]) F. Claparède, Recherches sur la structure de Annélides sédentaires. Génève 1873.

zum Baue der Röhre herbeiziehen. Auch gibt es Bohranneliden, welche Kalksteine und Muschelschalen nach Art der lithophagen Weichthiere durchsetzen, z. B. *Sabella saxicola* etc.

Die Entwicklung verhält sich am einfachsten da, wo das Mutterthier zum Schutze der Jungen eine Art Brutpflege ausübt, z. B. *Spirorbis spirillum* Pag., deren Eier und Larven in einer sackartigen Erweiterung des Deckelstieles so lange verweilen, bis die jungen Thiere zum Baue einer Röhre befähigt sind. Die schwärmenden Larven der meisten Tubicolen gestalten sich unter Rückbildung der Flimmerapparate, während die Tentakeln sprossen und Borstenhöcker sich anlegen, zu kleinen Würmern, welche noch längere Zeit, zuweilen in zarten Hülsen, umherschwimmen und allmälig unter Verlust der Augen und Gehörblasen Bau und Lebensweise der Geschlechtsthiere annehmen *(Terebella)*.

Fam. *Saccocirridae*. Mit zwei Fühlern am Kopflappen, zwei Augen und ebensoviel Flimmergruben. Nur eine Reihe von retractilen, einfache Borsten umschliessenden Parapodien rechts und links an den Rumpfsegmenten. *Saccocirrus papillocercus* Bobr., Schwarzes Meer und Mittelmeer (Marseille).

Fam. *Arenicolidae*. Kopflappen klein, ohne Fühler. Rüssel mit Papillen besetzt. Verästelte Kiemen an den mittleren und hinteren Segmenten. Bohren im Sande. *Arenicola marina* Lin. *(A. piscatorum* Lam.), Fischerwurm, Nordsee und Mittelmeer (Fig. 396).

Fam. *Cirratulidae*. Körper rund. Kopf lang, kegelförmig, ohne oder mit zwei Tentakeln. Fussstummel niedrig. Kiemenfäden und Rückenfilamente an einzelnen oder zahlreichen Segmenten. *Cirratulus (Audouinia) Lamarckii* Aud. Edw., europäische Küsten.

Fig. 395.

Spirorbis laevis, nach E. Claparède. *a* Das aus der Röhre genommene Thier, stark vergrössert. — *b* Röhre, *T* Tentakeln, *Bs* Brutsack am Deckel, *Dr* Drüse zum Baue der Röhre, *Ov* Eier, *Oe* Oesophagus, *M* Magen, *D* Darm.

Fig. 396.

Arenicola piscatorum (règne animal).

Fam. *Spionidae*. Der kleine Kopflappen zuweilen mit fühlerartigen Vorsprüngen, meist mit kleinen Augen. Mundsegment mit zwei langen, meist mit einer Rinne versehenen Fühlercirren (Fangfühlern). Cirrenförmige Kiemen vorhanden. *Polydora antennata* Clap., Neapel. *Spio seticornis* Fabr. Nordmeere.

Fam. *Chaetopteridae*. Körper gestreckt, in mehrere ungleichartige Regionen gesondert. Meist zwei oder vier sehr lange Fühlercirren. Rückenanhänge der mittleren Segmente flügelförmig, oft gelappt. Bewohnen pergamentartige Röhren. *Telepsarus Costarum*. Clap., Neapel. *Chaetopterus pergamentaceus* Cuv., Mittelmeer.

Fam. *Terebellidae*. Körper wurmförmig, vorne dicker. Der dünnere Hinterabschnitt zuweilen als borstenloser Anhang deutlich abgesetzt. Kopflappen vom Mundsegment undeut-

lich geschieden, häufig mit einem Lippenblatt über dem Munde. Zahlreiche fadenförmige Fühler sitzen meist in zwei Büscheln auf. Nur an wenigen vorderen Segmenten kammförmige oder verästelte, selten fadenförmige Kiemen (Fig. 382). Obere Borstenhöcker mit Haarborsten, untere Querwülste oder Flösschen mit Hakenborsten. *Terebella conchilega* Pall., engl. Küste, Mittelmeer. *Pectinaria auricoma* O. Fr. Müll., Nordmeere, Mittelmeer.

Fam. *Serpulidae.* Körper meist deutlich in zwei Regionen (Thorax, Abdomen) geschieden. Kopflappen mit dem Mundsegment verschmolzen, dieses in der Regel mit einem Kragen versehen. Mund zwischen einem rechten und linken halbkreisförmig oder spiralig eingerolltem Blatte, an dessen Vorderrande sich Kiemenfäden erheben. Diese tragen in einfacher oder doppelter Reihe secundäre Filamente, können durch ein Knorpelskelet gestützt und am Grunde durch eine Membran verbunden sein. Bauen lederartige *(Sabella)* oder kalkige *(Serpula)* Röhren (Fig. 395). *Spirographis Spalanzanii* Bis., Neapel. *Sabella penicillus* Lin., Nordmeere. *Serpula norvegica* Gunn., Nordsee und Mittelmeer. *S. contortuplicata* Sav., Mittelmeer. *Spirorbis spirillum* Lin., Ocean. Röhre posthornförmig gewunden.

2. Ordnung. **Oligochaetae**[1]), **Oligochaeten.**

Hermaphroditische Chaetopoden ohne Schlundbewaffnung und Extremitätenstummel, ohne Fühler, Cirren und Kiemen, mit directer Entwicklung.

Der Kopftheil wird aus dem als Oberlippe vorstehenden Kopflappen und dem Mundsegment gebildet, ohne als gesonderter Abschnitt von den nachfolgenden Segmenten wesentlich abzuweichen (Fig. 397). Niemals treten Fühler und Palpen oder Fühlercirren an demselben auf, dagegen erheben sich meist Tastborsten in reicher Zahl und kommen auch eigenthümliche, an Geschmacksknospen erinnernde Sinnesorgane vor. Augen fehlen entweder oder sind einfache Pigmentflecken. Zu den kleineren Drüsenzellen der Hypodermis gesellt sich noch im sogenannten Gürtel oder *Clitellum* eine tiefer gelegene Drüsenschicht (Säulenschicht Clap.), welche aus fein granulirten, in ein pigment- und gefässreiches Bindegewebsgerüst eingebetteten Zellen zwischen Hypodermis und äusserer Muskellage besteht. Die Borsten sind in nur spärlicher Zahl vorhanden und liegen niemals in besonderen Fussstummeln eingepflanzt, sondern stets in einfachen Gruben der Haut. Kleinere Nebenborsten dienen zur Reserve. Das Blut ist meist roth gefärbt.

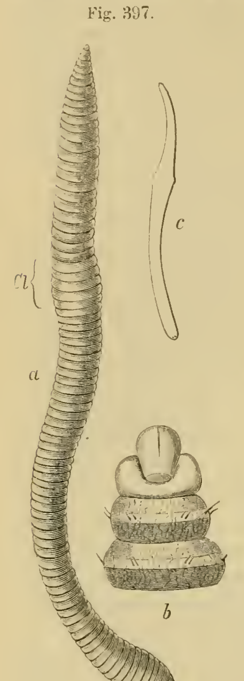
Der Darmcanal zerfällt oft in mehrere Abschnitte, die sich bei den Lumbriciden am complicirtesten verhalten. Auf die Mundhöhle folgt bei *Lumbricus* ein muskulöser Schlundkopf, der wahrscheinlich zum Saugen dient, auf diesen eine lange, bis in das 13. Segment hineinreichende Speiseröhre mit einer dicken Lage von Drüsenzellen und mehreren anhängenden drüsigen Anschwellungen (Kalksäckchen), dann ein Kropf, ein Muskelmagen und

[1]) Ausser den Schriften von W. Hoffmeister, D'Udekem und Anderer vergl.: E. Claparède, Recherches anatomiques sur les Annélides etc., observés dans les Hébrides. Génève 1860. Derselbe, Recherches anatomiques sur les Oligochètes. Génève 1862. A. Kowalevski, Embryolog. Studien an Würmern und Arthropoden *(Lumbricus, Euaxes).* Petersburg 1861. B. Hatschek, Studien über Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Wien 1878. F. Vejdovsky, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Monographie der Enchytraeiden. Prag 1879. Derselbe, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag 1884.

sodann der eigentliche Darm, der an seiner Rückenseite eine röhrenförmige Einstülpung, *Typhlosolis* (einer Spiralklappe vergleichbar), bildet. Bei den *Limicolen* verhält sich der Darmcanal einfacher, indem stets der Muskelmagen fehlt; indessen findet sich überall ein Schlundkopf und Oesophagus.

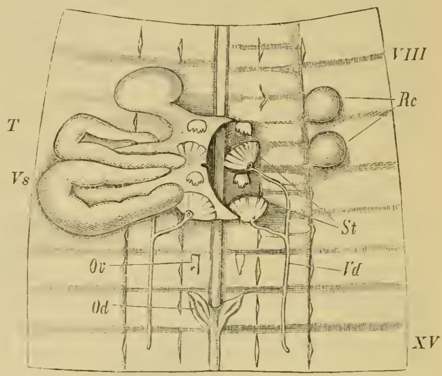
Die Nephridien zeigen das gewöhnliche Verhalten, indem der Trichter vor dem Dissepimente, der schleifenförmig gewundene Canal in dem Segmente hinter dem Dissepemente liegt und mittelst häutig muskulöser Endblase nach aussen mündet. Bei *Chaetogaster* fehlen die Wimpertrichter vollständig.

Fig. 397.



Lumbricus rubellus, nach G. Eisen. *a* Der ganze Wurm. *Cl* Clitellum. *b* Das vordere Körperende von der Bauchseite. *c* Isolirte Borste.

Fig. 398.



Geschlechtsorgan von *Lumbricus* im VIII. bis XV. Segment, nach E. Hering. *T* Hoden, *Vs* Samenblasen im 10. und 11. Segmente, *St* die beiden Samentrichter jederseits, *Vd* Vas deferens, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Rc* Receptacula seminis.

Die Oligochaeten sind Zwitter, setzen ihre Eier einzeln oder in grösserer Zahl vereint in Kapseln ab und entwickeln sich ohne Metamorphose. Die meist in ein oder zwei Paaren vorhandenen Hoden und die stets nur in einem Paare auftretenden Eierstöcke liegen in bestimmten Leibessegmenten meist dem vorderen Körperende genähert und entleeren ihre Producte durch Bersten in die Leibeshöhle, aus welcher sie durch trichterförmig beginnende Ausführungsgänge, neben denen die Segmentalorgane der betreffenden Segmente erhalten sein können *(Lumbriciden)*, nach aussen gelangen. In einigen Fällen sind es einfache Poren, durch welche die Eier entleert werden *(Enchytraeus, Chaetogaster)*. Beim Regenwurm besteht nach E. Hering der weibliche Geschlechtsapparat aus zwei im 13.[1]) Segmente gelegenen Ovarien und zwei Eileitern, welche mit trompetenförmiger Oeffnung beginnen, mehrere

[1]) Der Kopf (Stirnlappen und Mundabschnitt) als erstes Segment gezählt.

Eier in einer Aussackung bergen und jederseits auf der Ventralfläche des 14. Segments nach aussen münden. Ausserdem finden sich im 9. und 10. Segmente zwei Paare von Samentaschen, welche in ebensoviel Oeffnungen an der Grenze des 9. und 10. Segmentes, sowie des 10. und 11. Segmentes münden und sich bei der Begattung mit Sperma füllen (Fig. 398). An den männlichen Geschlechtsorganen unterscheidet man rechts und links die meist dreifach gelappten Samenblasen mit den eingelagerten Hoden im 10. und 11. Segmente und die Samenleiter, welche je mit zwei Samentrichtern beginnen und sich im 15. Segmente nach aussen öffnen. Die vorderen und hinteren Lappen der mit Sperma sich füllenden Samenblasen stülpen die Dissepimente der betreffenden Segmente, jene nach vorne, diese nach hinten vor. Die Begattung beruht auf einer Wechselkreuzung und geschieht beim Regenwurme in den Monaten Juni und Juli über der Erde zur Nachtzeit. Die Würmer legen sich mit ihrer Bauchfläche aneinander, und zwar in entgegengesetzter Richtung so ausgestreckt, dass die Oeffnungen der Samentaschen des einen Wurmes dem Gürtel des anderen gegenüberstehen. Während der Begattung fliesst Sperma aus den Oeffnungen der Samenleiter aus, gelangt in einer Längsrinne bis zum Gürtel und von da in die Samentasche des anderen Wurmes.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung ist bei den *Naideen* eine ungeschlechtliche als Knospung in der Längsachse verbreitet. Auch besteht ein gewisser Wechsel zwischen gemmiparer und geschlechtlicher Fortpflanzung, indem jene im Frühjahre und Sommer, diese erst später im Herbst auftritt.

Die Entwicklung der Embryonen zeigt ähnliche Verhältnisse wie bei den Hirudineen, nicht nur bezüglich der inäqualen Furchung, welche sehr ähnlich zum Ablauf kommt, sondern auch in der gleichen Entstehungsweise des Mesoderms aus zwei grossen Zellen am Hinterende des Gastrulamundes.

Wenige, wie z. B. *Chaetogaster,* leben parasitisch an Wasserthieren, die übrigen frei, theils in der Erde, theils im süssen Wasser, einzelne auch im Meere.

1. Unterordnung. *Terricolae.* Vorwiegend erdbewohnende Oligochaeten mit Segmentalorganen in den Genitalsegmenten.

Fam. *Lumbricidae.* Grosse Erdwürmer mit derber Haut und rothem Blut, ohne Augen. Gefässnetze umgeben die Segmentalorgane. Sind durch ihre Wühlthätigkeit im Erdboden zur Auflockerung des Erdreiches und zur Ermöglichung des Verwitterungsprocesses von grösster Bedeutung. *Lumbricus* L., Regenwurm. Kopflappen vom Mundsegment abgesetzt. Der Gürtel umfasst eine Reihe von Segmenten ungefähr am Ende des vorderen Körperviertheiles weit hinter den Genitalöffnungen. Zwei gestreckte hakenförmige Borsten in jeder Gruppe, also acht Borsten an jedem Segmente. Die Regenwürmer legen Eikapseln ab, in welche mehrere kleine Eier, nebst Samen aus den Samentaschen entleert werden; indessen kommt in der Regel nur ein Embryo oder nur wenige Embryonen zur Entwicklung. Der sich entwickelnde Embryo nimmt mit seinem grossen bewimperten Mund nicht nur die gemeinsame Eiweissmasse, sondern alle übrigen zerfallenden Eidotter in sich auf. *L. agricola* Hoffm. = *terrestris* Lin., *L. rubellus* Eis. (Fig. 397), *L. foetidus* Sav. u. z. a. A. *L. americanus* E. Perr. *Criodrilus lacuum* Hoffm.

2. Unterordnung. *Limicolae.* Vorwiegend Wasser bewohnende Oligochaeten, ohne Segmentalorgane in den Genitalsegmenten.

Fam. *Phreoryctidae.* Lange fadenförmige Würmer mit dicker Haut und je zwei Reihen von schwach gebogenen Hakenborsten. *Phreoryctes Menkeanus* Hoffm. findet sich in tiefen Brunnen und Quellen und scheint sich von Pflanzenwurzeln zu nähren.

Fam. *Tubificidae.* Wasserbewohner mit vier Reihen einfacher oder getheilter Hakenborsten, zu denen häufig noch Haarborsten kommen. Die Receptacula im 9., 10. oder 11. Segment. Leben in Schlammröhren, aus denen sie das hintere Ende emporstrecken. *Tubifex rivulorum* Lam. Herz im 7., Receptacula im 9. Segment. *T. Bonneti* Clap. *(Saenuris variegata* Hoffm.). Herz im 8., Receptacula im 10. Segment, beide Süsswasserbewohner. *Limnodrilus Hoffmeisteri* Clap. *L. D'Udekemianus* Clap. Unterscheiden sich von *Tubifex* durch die Abwesenheit von Haarborsten in der oberen Borstenreihe. *Lumbriculus variegatus* O. Fr. Müll. Jedes Segment mit einer contractilen Gefässschlinge und schlauchförmigen, ebenfalls contractilen Anhängen des Rückengefässes.

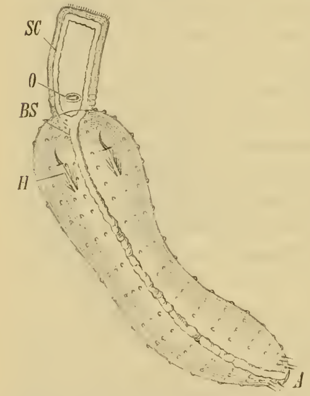
Fam. *Naideae.* Kleine Limicolen mit zarter, dünner Haut und hellem, fast farblosem Blut, mit oft rüsselartig verlängertem und mit dem Mundsegment verschmolzenen Stirnlappen. *Nais (Stylaria) proboscidea* O. Fr. Müll. *N. parasita* Schm., beide mit fadenförmigem Stirnlappen. *Chaetogaster vermicularis* O. Fr. Müll.

Hier schliessen sich die *Enchytraeiden* an mit *Enchytraeus vermicularis* O. Fr. Müll., in Topferde.

2. Unterclasse. **Gephyrei** [1]), **Sternwürmer.**

Würmer von cylindrischer Körperform, ohne äussere Gliederung, mit endständiger oder bauchförmiger Mundöffnung, mit Gehirn, Schlundring und Bauchstrang.

Fig. 399.



Junger *Echiurus* von der Bauchseite, nach B. Hatschek. *O* Mund an der Basis des Rüssels, *SC* Schlundcommissur, *BS* Bauchstrang, *A* After, *H* Haken.

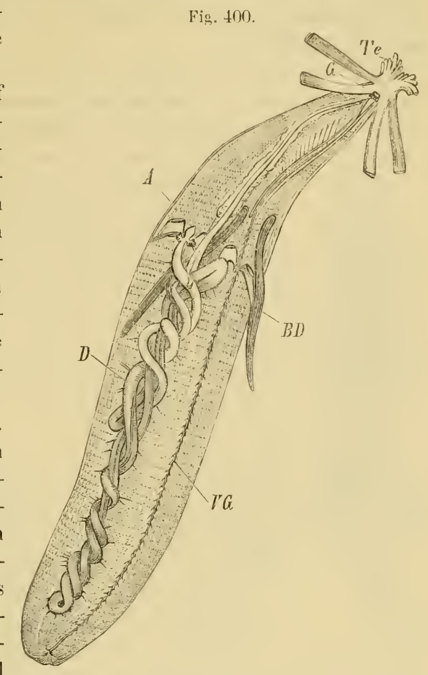
Die *Gephyreen* besitzen einen langgestreckten cylindrischen Leib und leben als Seewürmer, wie die *Holothurien*, im Sand und Schlamm. Was dieselben als *Anneliden* kennzeichnet, ist die Anwesenheit eines mit dem Gehirnganglion verbundenen Schlundringes und eines von Ganglienzellen umlagerten Bauchstranges. Auch können im Jugendzustand *(Chaetiferen)* die Anlagen von Rumpfsegmenten vorhanden sein. Von *Sinnesorganen* kommen Augenflecken vor, welche bei einigen Sipunculiden direct dem Gehirne aufliegen, sodann Hautpapillen, in welche Nerven eintreten.

Die Beschaffenheit der Haut schliesst sich an die der Anneliden an; die obere mächtige Cuticularschicht liegt einer zelligen Matrix auf und erscheint

[1]) Quatrefages, Mémoire sur l'Echiure. Ann. des sc. nat., 3. Sér., Tom. VII. Lacaze-Duthiers, Recherches sur le Bonellie. Ann. des sc. nat., 1858. W. Keferstein, Beiträge zur anatomischen und systematischen Kenntniss der Sipunculiden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XV, 1865. R. Greeff, Die Echiuren. Nova acta, Tom. XLI. Halle 1879. E. Selenka, Sipunculiden, 1883. W. Apel, Beitrag zur Anatomie und Histologie des Priapulus caudatus (Lam.) und Halicryptus spinulosus v. Sieb. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XLII, 1885.

nicht selten gerunzelt. Eine äussere Segmentirung fehlt. Die bindegewebige Unterhaut ist ebenfalls von ansehnlicher Stärke und umschliesst zahlreiche Drüsenschläuche, welche durch Poren der Oberhaut nach aussen münden. Dann folgt der mächtig entwickelte Hautmuskelschlauch, welcher sich regelmässig aus einer oberen Schichte von Ringfasern und einer unteren Lage von breiten, mit den ersteren, jedoch auch untereinander durch Anastomosen netzartig verbundenen Längsfasern zusammensetzt und die Ringelungen und Felderungen der Cuticula veranlasst. Auf die Längsmuskeln folgt wiederum eine innere Ringmuskelschicht. Auch sind zur Unterstützung der Bewegung bei den *Chaetiferen* zwei Hakenborsten in der Nähe der Geschlechtsöffnung vorhanden, zu denen noch ein oder zwei Borstenkränze am hinteren Körperende *(Echiurus)* hinzukommen können (Fig. 399).

Fig. 400.



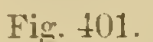
Sipunculus nudus seitlich geöffnet, nach W. Keferstein. *Te* Tentakeln, *G* Gehirn, *VG* ventraler Ganglienstrang (Bauchstrang), *D* Darm, *A* After, *BD* Bauchdrüsen (Niere).

Bei den Chaetiferen (Fig. 399 und 402 *a*) verlängert sich der Vorderleib in einen rüsselartigen Abschnitt, welcher unbeweglich vorsteht und dem Kopflappen der Anneliden entspricht. Ventral an der Basis des Rüssels liegt die Mundöffnung. Bei den Achaeten *(Sipunculideen)* fehlt dieser Rüssel und die Mundöffnung liegt an der Spitze des Vorderleibes, welcher, von bewimperten Tentakeln umstellt, mittelst Retractoren eingezogen werden kann. Der Mund führt durch den zuweilen mit Zähnen bewaffneten Schlund in einen innen bewimperten Darmcanal, welcher, meist länger als der Körper, in mehrfachen Windungen die Leibeshöhle durchsetzt und mit seinem musculösen Endabschnitte durch den rückenständigen oder endständigen After nach aussen mündet (Fig. 400 und 402 *c*).

B. Hatschek, Ueber Entwicklungsgeschichte des Echiurus etc. Arb. des zool. Inst. in Wien, Tom. III, 1880. Derselbe, Ueber Entwicklung von Sipunculus nudus. Ebendaselbst, Tom. V, 1883. J. W. Spengel, Beiträge zur Kenntniss der Gephyreen. I. Mittheil. aus der zool. Station zu Neapel, 1879; II. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XV, 1881.

Das *Gefässsystem* besteht aus einem Rückengefässe, welches wie bei den Anneliden den Darm begleitet, und aus einem längs der Leibeswandung verlaufenden Bauchgefässe. Dazu kommen noch Gefässzweige am Darm und in den Tentakeln. Das Blut ist entweder farblos oder röthlich gefärbt und bewegt sich in derselben Richtung wie bei den Anneliden, sowohl durch die Contraction einzelner Gefässabschnitte, als durch die Flimmerbekleidung der Gefässwand getrieben. Verschieden von diesem Gefässblute ist die zellenhaltige Leibesflüssigkeit.

Als Nephridien oder Segmentalorgane deutet man zweierlei Schläuche, von denen die einen mit dem Enddarm gemeinsam, die anderen selbstständig an der Bauchfläche ausmünden. Die ersteren oder Analschläuche treten bei den Chaetiferen auf, wo sie büschelförmig verzweigte Schläuche darstellen, welche mit zahlreichen Wimpertrichtern frei in der Leibeshöhle beginnen (Fig. 402 *b*). Die vorderen Segmentalorgane (Bauchdrüsen) beginnen ebenfalls mit freiem Wimpertrichter und übernehmen wie die Segmentalorgane vieler Polychaeten die Function als Samentaschen und Eileiter (Fig. 400).


Fig. 401.



Planarien-ähnliches Männchen von *Bonellia*, nach Spengel. *D* Darm, *WT* Wimpertrichter des mit Sperma gefüllten Vas deferens (*Vd*).

Die Gephyreen sind getrennten Geschlechtes. Sowohl für die keimbereitenden Organe, als für die Ausführungswege bestehen bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Unter den *Achaeten* liegen bei *Phascolosoma* (nach Théel) die Keimdrüsen an der Wurzel der ventralen Rüsselretractoren und bilden eine Krause, von der sich die Producte loslösen. Dagegen finden sich bei den *Sipunculiden* in der Leibeshöhle Zoospermien oder Eier in verschiedenen Zuständen der Reife, welche durch die beiden an der Bauchseite ausmündenden braunen Schläuche (Segmentalorgane) ausgeführt werden.

Unter den *Chaetiferen* findet sich bei *Bonellia* ein dünnes, strangförmiges Ovarium (Peritonealfalte) in der hinteren Körperhälfte, durch ein kurzes Mesenterium neben dem Nervenstrange befestigt. Die Eier fallen aus demselben in die Leibeshöhle und gelangen von hier aus in den benachbarten einfachen, an der Basis mit trompetenförmiger Oeffnung versehenen Eierbehälter, welcher unterhalb der Mundöffnung ventralwärts nach aussen führt (Fig. 402 *c*). Wahrscheinlich dürfte dieser Eierbehälter morphologisch als einseitig zur Ausbildung gelangtes Segmentalorgan aufzufassen sein. Aehnlich verhalten sich die Geschlechtsorgane der kleinen, Turbellarien-ähnlichen Männchen, welche sich im Eileiter der *Bonellia*-Weibchen aufhalten (Fig. 401). Dieselben besitzen (bei manchen Arten) zwei Bauchhaken, vor welchen am Vorderende die Mündung des mit freiem Trichter beginnenden Samenbehälters liegt. Bei *Echiurus* sind es

zwei ventrale Schlauchpaare, welche die Geschlechtsstoffe ausführen; für *Thalassema* gibt Kowalevski drei Paare solcher Schläuche an.

Die Entwicklung des Eies bietet mancherlei Anschlüsse an die der Anneliden, zeigt jedoch bei den Achaeten und Chaetiferen bedeutende Differenzen. In beiden Fällen folgt auf die Embryonalentwicklung eine Metamorphose. Die Larven der Chaetiferen sind auf die Lovén'sche Wurmlarve zurückführbar, bei den Achaeten aber durch eine bedeutende Rückbildung des Scheitelabschnittes und durch den Mangel eines präoralen Wimperkranzes ausgezeichnet.

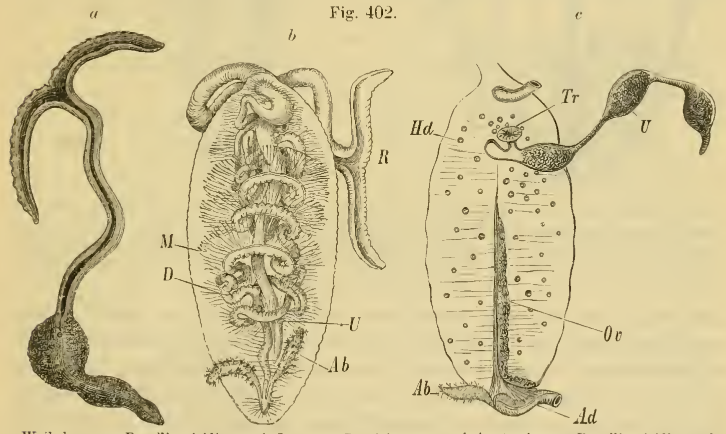
Die Gephyreen sind durchaus Meeresbewohner, leben zum Theil in bedeutender Tiefe im Sand und Schlamm, in Felslöchern und in Gängen zwischen Steinen und Korallen, auch wohl in Schneckenschalen und nähren sich ähnlich wie die Holothurien und manche Tubicolen.

1. Ordnung. **Chaetifera = Echiuroidea.**

Gephyreen mit zwei starken Hakenborsten an der Bauchseite und endständigem After. Der Mund liegt an der Basis des als Rüssel gestalteten Kopflappens.

Die *Echiuroideen* oder chaetiferen Gephyreen zeigen zwar keine äussere Segmentirung ihres gestreckten, überaus contractilen Leibes, wohl aber im

Fig. 402.



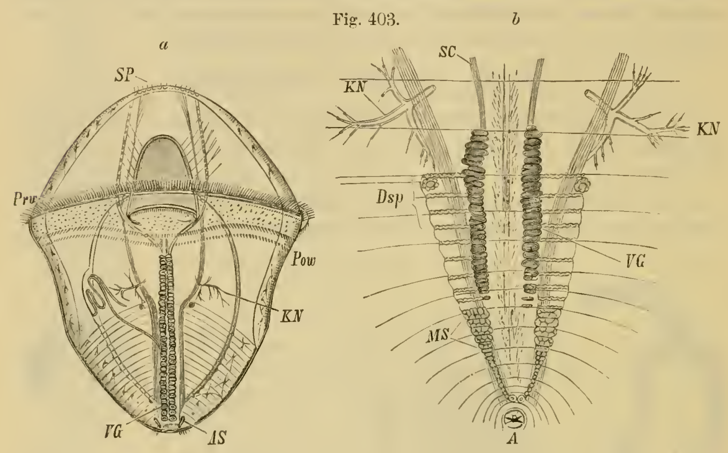
a Weibchen von *Bonellia viridis*, nach Lacaze-Duthiers. — *b* Anatomie von *Bonellia viridis*, nach Lacaze-Duthiers. *D* Darmapparat, *M* Mesenterium, *U* Uterus, *R* Rüssel, *Ab* Analblasen. — *c* Haut und Geschlechtsorgane nach Entfernung des Darmes. *Hd* Hautdrüsen, *Ad* Afterdarm, *Ov* Ovarium, *Tr* Wimpertrichter des Uterus *(U)*.

Jugendzustand Anlagen von 15 Metameren des Rumpfes, die, in gleicher Weise wie die Bildung des Kopflappens und die Entwicklung bauchständiger Hakenborsten, auf die nahe Verwandtschaft mit den Chaetopoden hinweisen. Indessen ist beim ausgebildeten Thiere die innere Gliederung rückgebildet.

die Dissepimente sind bis auf die erste, den Kopf vom Rumpfe trennende Scheidewand verloren gegangen und die Gliederung des Bauchstranges nur noch durch die Vertheilung der Nerven angedeutet. Der stark entwickelte Kopflappen bildet einen rüsselförmigen Anhang, der sich zu bedeutender Länge entwickeln und gabelig spalten kann *(Bonellia)* (Fig. 402 *a*).

Ueberall findet sich ein Paar von Hakenborsten (mit Ersatzborsten in jeder Borstenscheide) am ersten Rumpfsegmente. Bei *Echiurus* kommen noch ein oder zwei Borstenkränze am Hinterende hinzu. Ausser den an der Bauchseite ausmündenden Nephridien, von denen sich zwei bis drei Paare finden und welche zur Ausführung der Geschlechtsproducte verwendet werden, treten auch noch als Nephridien gedeutete Analschläuche im Endsegment

Fig. 403.



a Larve von *Echiurus* von der Bauchseite, nach Hatschek. *SP* Scheitelplatte, *Prw* präoraler Wimperkranz, *Pow* postoraler Wimperkranz, *KN* Kopfniere, *VG* ventraler Ganglienstrang, durch die lange Schlundcommissur mit der Scheitelplatte verbunden, *AS* Analschläuche. — *b* Bauchregion der *Echiurus*-Larve mit segmentirtem Mesodermstreifen. *SC* Schlundcommissur, *Dsp* Dissepimente der vorderen Rumpfsegmente, *MS* Mesodermstreifen, *A* After.

auf, welche zahlreiche Wimpertrichter aufnehmen und mit dem Enddarm gemeinsam ausmünden (Fig. 402 *b*). Bei *Bonellia* ist das als Uterus fungirende Segmentalorgan ebenso wie das Ovarium in einfacher Zahl vorhanden (Fig. 402 *c*). Die Entwicklung des Eies beginnt mit einer inäqualen Furchung. Bei *Bonellia* umwachsen die animalen Dotterzellen die vier grossen, das Entoderm erzeugenden Dotterkugeln bis auf eine kleine Oeffnung, den Blastoporus (Fig. 149). Am genauesten sind die *Echiuren*larven bekannt, welche den Typus der Lovén'schen Larve wiederholen und einen mächtigen präoralen Wimperkranz besitzen, zu dem sich noch ein zarter postoraler Wimperkranz hinzugesellt. Frühzeitig entwickelt sich im Larvenleib die Kopfniere; hinter derselben liegt ein Mesodermstreifen, welcher mit dem weiteren Wachsthume der Larve die Anlage von 15 Segmenten erzeugt

(Fig. 403). Im Endsegmente, welches gleichfalls von einem Wimperkranze umsäumt wird, treten die auf Nephridien zurückzuführenden Analschläuche auf. Sowohl die Anlage des Gehirns als die des Bauchstranges erfolgt durch Wucherung des Ectoderms, erstere von der Scheitelplatte aus, letztere als paarige Verdickung der Haut an der Bauchseite. Beide werden durch den ebenfalls mit Ganglienzellen belegten Schlundring verbunden. In späteren Stadien beginnt nach Rückbildung der Segmentanlagen der Wimperapparat zu schwinden, nachdem nicht weit vom Munde zu den Seiten des Nervenstranges zwei starke Hakenborsten und am Hinterende zwei Kreise von kürzeren Borsten gebildet sind (Fig. 403). Der präorale Larventheil streckt sich und wird zum Rüssel des jungen Echiurus (Fig. 399).

Fam. *Echiuridae.* Das Vorderende des Leibes über den Mund hinaus in einen an der Unterfläche gefurchten Rüssel verlängert, in welchem der weite Schlundring ohne Gehirnanschwellung liegt. Vorne an der Bauchfläche zwei Hakenborsten, am Hinterende zuweilen Borstenkränze (Fig. 399). *Echiurus Pallasii* Guérin. (*Gaertneri* Quatref., St. Vaast), Küste von Belgien und England. *Thalassema gigas* M. Müll., Küste von Italien. *Bonellia viridus* Rolando, Mittelmeer (Fig. 401 und 402). Die Planarien-ähnlichen Männchen halten sich in den Leitungswegen des weiblichen Geschlechtsapparates auf.

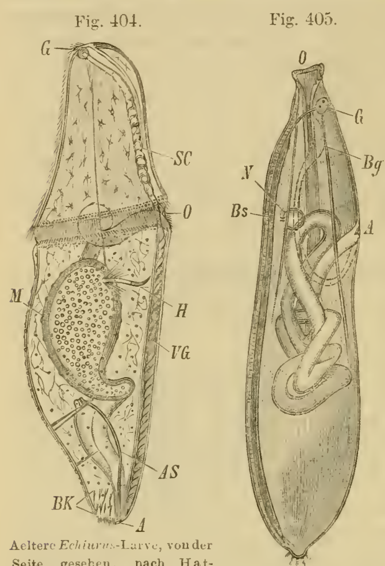
2. Ordnung. **Achaeta = Sipunculoidae.**

Gephyreen mit endständiger Mundöffnung und retractilem Vorderleib, mit rückständigem After, ohne Borsten.

Von den chaetiferen Gephyreen weichen die *Sipunculoideen* durch den gänzlichen Mangel der Metamerenanlagen, durch die Rückbildung des Kopflappens, sowie durch die Lage von Mund und After ab. Der langgestreckte Leib entbehrt eines vortretenden Kopflappens, so dass die häufig von Tentakeln umstellte Mundöffnung an das Vorderende zu liegen kommt (Fig. 400). Auch ist der After an der Rückenseite weit nach vorne gerückt (Fig. 405). Gehirn, Schlundring und Bauchstrang verlaufen innerhalb des Hautmuskelschlauches. Nur ein einziges Paar von Nephridien, als Bauchdrüsen beschrieben, ist vorhanden. Dieselben sind ansehnliche Schläuche und münden seitlich in der Nähe des Afters nach aussen. Dazu kommen noch zwei in den Enddarm mündende Schläuche, auf welche sich bei den *Priapuliden* die Excretionsorgane beschränken. Blutgefässsystem wohl ausgebildet.

Die Eientwicklung beginnt mit einer totalen Furchung und führt zur Entstehung einer Invaginationsgastrula. Der Gastrulamund bezeichnet die Bauchseite. Die zwei hinteren Randzellen des Entoderms rücken als Urmesodermzellen nach innen und erzeugen die Mesodermstreifen, welche keine weitere Gliederung erfahren. Die Ectodermzellen des animalen Poles als „Kopfplatte“ und die der ventralen Seite als „Rumpfplatte“ bilden eine Art Embryonalstreifen, und die übrigen Ectodermzellen eine Embryonalhülle *(Serosa)* (Fig. 406). Diese sendet durch die Poren der Eihaut Flimmerhaare, mittelst welcher der Embryo umherschwimmt, dessen ursprünglich getrennte Kopf- und Rumpfplatte bald zusammenwachsen. Die Mesodermstreifen spalten

sich durch Bildung der Leibeshöhle in Hautmuskelplatte und Darmfaserplatte; die erstere liefert die beiden Segmentalorgane. Vom Ectoderm aus entsteht durch Einstülpung der Oesophagus, hinter welchem sich ein (postoraler) Wimperkranz bildet (Fig. 407). Die Serosa wird zugleich mit der Eimembran von der ausschlüpfenden Larve abgeworfen, welche nunmehr schon die wesentlichen Organe des ausgewachsenen Thieres mit Ausnahme von Bauchstrang, Blutgefässen und Genitalorganen besitzt. Erst während des Larvenlebens entwickelt sich der Bauchstrang vom Ectoderm aus; dann wird der Wimperkranz rückgebildet, am Mundrande wachsen die ersten Tentakeln hervor, wodurch die Umwandlung der schwimmenden Larve in den kriechenden Sipunculus erfolgt ist.



Aeltere *Echiurus*-Larve, von der Seite gesehen, nach Hatschek. Kopfniere rückgebildet. *O* Mund, *M* Magen, *A* After, *AS* Analblase, *G* Gehirn aus der Scheitelplatte hervorgegangen, *SC* Schlundcommissur, *VG* ventraler Ganglienstrang, *H* Bauchhaken, *BK* Borstenkränze.

Junger *Sipunculus*, noch ohne Tentakeln, nach Hatschek. *O* Mund, *A* After, *G* Gehirn, *Bs* Bauchstrang, *N* Niere, *Bg* Blutgefäss.

Fam. *Sipunculidae.* Körper langgestreckt, cylindrisch, mit retractilem Vorderleib, mit Tentakeln in der Umgebung des Mundes und rückenständigem After. Darm spiral gewunden. *Sipunculus nudus* L., Mittelmeer (Fig. 405). *Phascolosoma laeve* Kef., Mittelmeer. *Ph. elongatum* Kef., St. Vaast.

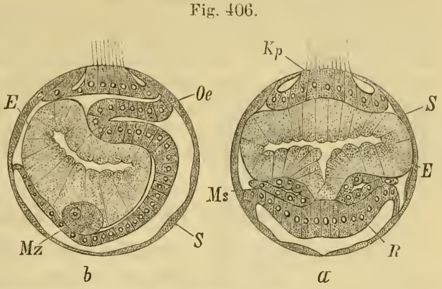
Fam. *Priapulidae.* Vorderleib ohne Tentakelkranz. Schlund mit Papillen und Zahnreihen bewaffnet. After am Hinterende, etwas dorsal, meist von einem Schwanzanhange überragt, welcher papillenförmige Schläuche (Kiemen) trägt. Darm geradgestreckt ohne Windungen. *Priapulus caudatus* O. Fr. Müll. *Halicryptus spinulosus* v. Sieb., Ostsee, Spitzbergen.

Für die borstenlose, bisher meist den Anneliden zugerechnete Gattung *Phoronis* wird man wohl eine besondere Ordnung, vielleicht als *Gephyrei tubicoli*, gründen müssen. Nach den Untersuchungen Kowalevski's[1]) besitzt *Phoronis hippocrepia* einen aus zahlreichen Kiemenfäden gebildeten Tentakelkranz, welcher an der Rückenseite nach innen schlingenförmig umbiegt (Fig. 408). Der Mund liegt in der Mitte des Tentakelkranzes und führt durch den Oesophagus in den Darm, welcher mittelst eines Mesenteriums befestigt ist und vorne an der Rückenseite vor der Tentakelschlinge im After ausmündet. Neben dem letzteren finden sich die Oeffnungen des einzigen Nephridienpaares, durch welche die befruchteten Eier nach aussen gelangen, um an den Tentakelfäden bis zum Ausschlüpfen der Jungen anzukleben. Von dem bislang unvollständig erforschten Nervensystem

[1]) A. Kowalevski, Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Phoronis, 1867. E. Metschnikoff, Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXI, 1871. W. Cadwell, Note on the structure, development and affinities of Phoronis. Proceed. Roy. Soc. 1882.

wurde ein Ganglienknoten zwischen Mund und After beobachtet. Die Haut sondert eine Chitinröhre ab, in welcher der Wurm nach Art der Röhrenwürmer lebt. Unterhalb der Haut liegt der aus Ringfasern und einer inneren Längsfaserschicht gebildete Hautmuskelschlauch. Rücken und das Bauchgefäss sind mit zahlreichen zottenförmigen Anhängen besetzt, welche sich lebhaft contrahiren und vornehmlich die Blutbewegung unterhalten. Aus der vorderen Gefässschlinge entspringen die Blutgefässe der Tentakelfäden. Das Blut enthält grosse rothe Blutkörperchen. Beiderlei Geschlechtsproducte nehmen ihre Entstehung in einem fettreichen Bindegewebe (Fettkörper) zwischen den Gefässzotten und fallen in die Leibeshöhle, in welcher die Befruchtung erfolgt. Die aus den Genitalporen ausgetretenen, an den Kiemenfäden fixirten Eier durchlaufen eine totale Klüftung. Die Furchungskugeln bilden eine Blastosphaera, deren Wand

Fig. 406.



Stadium des *Sipunculus*-Embryos, in welchem die Rumpfplatte mit der Kopfplatte vorn mit einander zu verwachsen beginnen, nach Hatschek. (Die Eihaut und die dieselbe durchsetzenden Wimpern der Serosa sind weggelassen.) *a* Im Querschnitt. *Kp* Kopfplatte, *Rp* Rumpfplatte, *E* Entoderm (Mitteldarm), *Ms* Mesoderm, *S* Serosa. — *b* Im medianen Längsschnitt. *Oe* Oesophagus, *Mz* Polzelle des Mesoderms.

Fig. 407.

Larve von *Sipunculus*, nach Hatschek. *O* Mund, *A* After, *Sp* Scheitelplatte, *PoW* postoraler Wimperkranz, *N* Niere.

Fig. 408.

a Actinotrocha mit sich umstülpendem gewundenen Schlauch (*S*), nach Schneider. *D* Darm, *Lt* Larvententakel. — *b* junge *Phoronis*, nach Metschnikoff. *D* Darm, *A* After, *T* definitive Tentakel, *Vc* Ringgefäss, *Vl* Längsgefässe.

sich an einer Stelle zur Bildung der Darmanlage einstülpt (Gastrula). Zwischen beiden Zellen-

anlagen treten Mesodermzellen auf, welche im weiteren Verlaufe der Entwicklung die Muskelschicht der Haut, sowie des Darmes liefern.

Die Bildung von Mund, After und Tentakeln führt zur Gestaltung der als *Actinotrocha* bezeichneten Larve, in welcher Form der Embryo ausschlüpft. Diese Larvenform (Fig. 408 *a*) zeichuet sich durch den Besitz eines Kopfschirmes, sowie eines Kranzes bewimperter Tentakel hinter der Mundöffnung aus. Während des Wachsthums der Larve entsteht an der Bauchseite ein langgewundener Schlauch, der sich endlich umstülpt und den grossen hinteren Körperabschnitt des erwachsenen Thieres liefert, in welchen der Darm hineinrückt. Kopfschirm und Tentakelkranz, an deren Basis sich die definitiven Tentakel bilden, werden abgeworfen.

3. Unterclasse. **Hirudinei**[1] = **Discophori, Blutegel.**

Anneliden mit kurz geringeltem oder ungeringeltem Körper, ohne Fussstummel, mit endständiger ventraler Haftscheibe, hermaphroditisch.

Der Leib der Hirudineen erinnert an die Trematoden, mit denen diese Würmer früher mit Unrecht zusammengestellt wurden. In der äusseren Erscheinung des Leibes fällt die kurze Ringelung auf, welche übrigens auch in verschiedenem Grade undeutlich werden und ganz hinwegfallen kann. Die kurzen Ringel entsprechen keineswegs den inneren Segmenten, sondern sind viel kürzere äussere Leibesabschnitte, von denen in der Regel drei, vier oder fünf auf ein inneres Segment kommen. Als Hauptbefestigungsorgan fungirt eine grosse Haftscheibe am hinteren Leibesende, zu welcher meist noch eine zweite kleinere Sauggrube in der Umgebung des Mundes hinzukommt. Fussstummel fehlen, Borsten mit seltenen Ausnahmen; auch kommt es niemals zur Bildung eines scharf gesonderten Kopfes, indem sich die vorderen Ringel von den nachfolgenden nicht wesentlich verschieden zeigen und niemals Fühler und Cirren tragen.

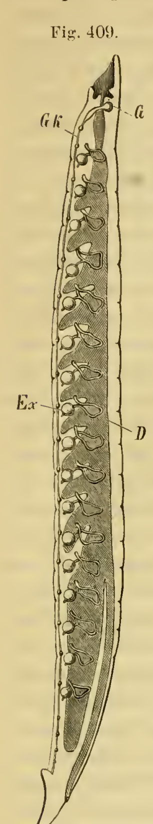
Die Mundöffnung liegt in der Nähe des vorderen Körperendes, bald in der Tiefe eines vorderen kleinen Saugnapfes *(Rhynchobdelliden)*, bald von einem vorspringenden, löffelförmigen, saugnapfähnlichen Kopfschirm überragt *(Gnathobdelliden)* (Fig. 409). Dieselbe führt in einen muskulösen, mit Drüsenschläuchen versehenen Pharynx, der entweder in seiner vorderen, als Mundhöhle zu bezeichnenden Partie mit drei gezähnelten Längsleisten, sog. Kieferplatten *(Gnathobdelliden)* (Fig. 410), seltener mit einer dorsalen und ventralen Kieferplatte *(Branchiobdella)* bewaffnet ist, oder einen vorstülpbaren, in seinem vorderen Abschnitte freiliegenden Rüssel enthält *(Rhynchobdelliden)*. Der auf den Schlund folgende Magendarm liegt als

---

[1]) Brandt und Ratzeburg, Medicin. Zoologie, 1829—1833. Moquin-Tandon, Monographie de la famille des Hirudinées. 2e édit. Paris 1846. Fr. Leydig, Zur Anatomie von Piscicola geometrica. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. I, 1849. H. Rathke, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Hirudineen, herausgegeben von R. Leuckart. Leipzig 1862. R. Leuckart, Parasiten des Menschen. Liefg. 5, Bd. I, 2. Aufl., Leipzig 1894. Van Beneden et Hesse, Recherches sur les Bdelloides ou Hirudinées et les Trématodes marins, 1863. Robin, Mémoire sur le développement embryogénique des Hirudinées. Paris 1875. A. Gibbs Bourne, Contributions to the Anatomy of the Hirudinei. Quart. Journ. Microsc. Scienc., Tome XXIV, 1884.

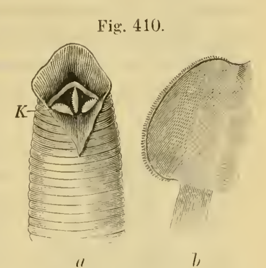
geradgestrecktes Rohr in der Achse des Leibes und zeigt sich bald nach den einzelnen Segmenten eingeschnürt, bald in eine grössere oder geringere Zahl paariger Blindsäckchen erweitert und führt in einen zuweilen ebenfalls noch mit Aussackungen versehenen Enddarm, welcher am hinteren Pole oberhalb der Sauggrube in der Afteröffnung nach aussen mündet.

Fig. 409.



Längsschnitt durch den Blutegel, nach Rud. Leuckart. *D* Darmcanal, *G* Gehirn, *Gk* Ganglienkette, *Ex* Excretionscanäle (Wassergefässsystem).

Fig. 410.



a Kopfende des Blutegels mit aufgeschnittener Mundhöhle. Man sieht die drei Kieferplatten. *b* Eine Kieferplatte isolirt, mit den feinen Zähnen am freien Rande.

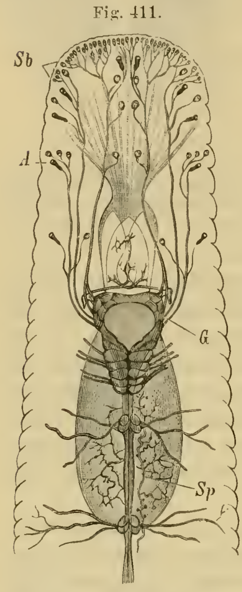
Ueberall finden wir ein *Blutgefässsystem,* aber in verschiedenen Stufen der Entwicklung. Indem Abschnitte der Leibeshöhle in gefässartige Stämme umgebildet sind, erscheinen Organe, welche in der Leibeshöhle liegen, in Bluträumen eingeschlossen. In diesem Sinne dürften die zwei Seitengefässe und der mittlere Blutsinus, welcher stets die Bauchganglienkette, zuweilen aber auch den Darmcanal *(Clepsine, Piscicola)* in sich einschliesst, zu deuten sein. Bei den meisten Kieferegeln besitzt das Blut eine rothe Färbung, die übrigens nicht den Blutkörperchen, sondern der Flüssigkeit angehört. Besondere *Respirationsorgane* fehlen mit Ausnahme von *Branchellion* und einigen verwandten Fischegeln, welche blattförmige Kiemenanhänge tragen.

Die Leibeshöhle der Hirudineen bietet eigenthümliche und keineswegs genügend aufgeklärte Beziehungen zum Blutgefässsystem. Der Raum zwischen Körperwand und Darm (primäre Leibeshöhle) wird zum Theil von bindegewebigem Parenchym erfüllt, indem ein complicirtes System von geräumigen, zum Theile muskulös begrenzten Lacunen auftritt. Dagegen scheint die secundäre, von Peritonealepithel ausgekleidete Leibeshöhle bis auf geringe Reste geschwunden.

Als Nephridien fungiren die *schleifenförmigen Canäle,* von denen die Segmente der mittleren Körperregion je ein Paar in sich einschliessen. Indessen wechselt die Zahl derselben innerhalb sehr weiter Grenzen, indem z. B. die an den Kiemen des Flusskrebses parasitische *Branchiobdella astaci* nur 2 Paare, die Kieferegel meist 17 Paare besitzen (Fig. 409). Hier beginnen die Canäle im seitlichen Blutsinus, bei *Clepsine* im ventralen Blutsinus. Der gewundene Canal nimmt aber noch feinere verästelte Canälchen auf und hat, wie auch

bei den Oligochaeten, ein intracelluläres Lumen (durchbohrte Zellen). In besonders reichem Maasse kommen den Hirudineen einzellige Drüsen in der Haut und in den bindegewebigen tieferen Leibesschichten zu. Die ersteren enthalten eine feinkörnige, die Haut überziehende schleimige Flüssigkeit, während die tieferen, unter dem Hautmuskelschlauche gelegenen Drüsenschläuche ein zähes, helles Secret bereiten, welches ausserhalb des Körpers rasch erstarrt und bei der Eierablage zur Bildung des Cocons verwendet wird. Namentlich häufen sich diese Drüsenschläuche in der Nähe der Geschlechtsöffnungen an.

Fig. 411.



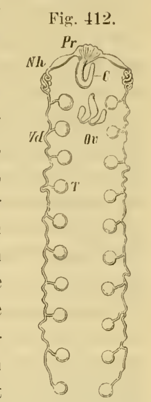
Vorderende von *Hirudo*, nach Leydig. *G* Gehirn mit der subösophagealen Ganglienmasse, *Sp* Sympathicus. *A* Augen, *Sb* Sinnesbecher.

Das *Nervensystem*[1]) erlangt durchwegs eine hohe Ausbildung. Für das Gehirn und die Ganglien des Bauchmarkes ist eine eigenthümliche (von Leydig als folliculäre bezeichnete) Anordnung der Nervenzellen charakteristisch, indem die ganglösen Anschwellungen oberflächlich anhängende, Follikel-ähnliche Paquets bilden (Fig. 411). Die beiden Längsstämme der Bauchganglienkette sind stets in der Medianlinie dicht aneinander gerückt. Von jedem Ganglienpaare treten rechts und links bei den Kieferegeln zwei Nervenstämme ab, während aus dem Gehirn und dem letzten als Schwanzganglion zu bezeichnenden Knoten, welcher mehrere Ganglien in sich vereinigt, eine weit grössere Zahl von Nerven hervorgeht. Die vom Gehirn austretenden Nerven versorgen die Sinnesorgane, ferner die Muskeln und Haut der Kopfscheibe; die Nerven der Bauchkette vertheilen sich auf die zugehörigen Segmente, die des Endganglions an der ventralen Saugscheibe. Ein unpaarer mittlerer Längsstrang (Faivre, Leydig), welcher zwischen den beiden Hälften des Bauchstranges von Ganglion zu Ganglion zieht, entspricht höchst wahrscheinlich dem unpaaren, zwischen zwei Ganglien verlaufenden Nervenstamme, welchen Newport bei den Insecten entdeckte. Daneben kennt man ein von Brandt entdecktes *Eingeweidenervensystem,* welches aus einem über und neben der Ganglienkette verlaufenden Magendarmnerven besteht, der vom Gehirn entspringt und mit seinen Aesten die Blindsäcke des Magendarmes versorgt. Drei Ganglienknötchen, welche bei dem gemeinen Blutegel vor dem Gehirn liegen und ihre Nervenplexus an Kiefermuskeln und Schlund senden, werden von Leydig als Anschwellungen von Hirnnerven aufgefasst und stehen vielleicht der Schluckbewegung vor.

[1]) Hermann, Das Centralnervensystem von Hirudo medicinalis. München 1875.

Die Blutegel besitzen auf der Rückenfläche der vorderen Ringel Augenähnliche Organe, die man bislang für einfache Augen hielt (Fig. 411). Dieselben gehören aber in die Kategorie der segmental angeordneten Sinnesbecher, welche auf dem ersten Ringel eines jeden Segmentes ventralwärts in 6facher, dorsalwärts in 6- bis 8facher Zahl sich wiederholen und somit in ebensoviel Längsreihen über den Körper hinziehen. Diese Sinnesorgane bestehen aus einem in die Achse eintretenden Nerven, welchen einige grosse helle, pigmentlose Zellen umlagern, sowie aus langgestreckten, aus Hypodermzellen hervorgegangenen Sinneszellen. Die sog. Augen, beim medicinischen Blutegel in 10facher Zahl vorhanden, liegen in der vorderen Verlängerung von zwei Längsreihen dieser Sinnesorgane (stets an den Sinnesringeln). Sie erweisen sich als viel längere cylindrische Becher, in deren Grund ein starker Nerv eintritt und seine Fasern an lange achsenständige Sinneszellen abgibt, während im Umkreis der Achse grosse helle, mit lichtbrechender Substanz erfüllte Zellen lagern. Die periphere Scheide wird von einem stark pigmentirten Bindegewebe gebildet.

Fig. 412.



Geschlechtsapparat des Blutegels. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Nh* Nebenhoden, *Pr* Prostata, *C* Cirrus, *Ov* Ovarien nebst Scheide und weiblicher Genitalöffnung.

Die Hirudineen sind Zwitter. Männliche und weibliche Geschlechtswerkzeuge münden in der Medianlinie des Vorderleibes hintereinander, und zwar liegt die männliche Geschlechtsöffnung mit meist hervorragendem Cirrus vor der weiblichen. Die Hoden liegen paarweise in mehreren aufeinanderfolgenden Segmenten und wiederholen sich meist in grösserer Zahl (Fig. 412). Bei *Hirudo* sind neun bis zehn Paare von Hodenbläschen jederseits mittelst eines geschlängelten Samenleiters verbunden. Jeder Samenleiter bildet einen knäuelförmigen Nebenhoden und setzt sich an seinem Vorderende in einen muskulösen Abschnitt (Ductus ejaculatorius) fort, welcher sich mit dem der anderen Seite zur Bildung eines unpaaren Begattungsapparates vereinigt. Dieser steht mit einer mächtigen Prostatadrüse in Verbindung und kann entweder als zweihörniger Sack *(Rhynchobdelliden)* oder als langer Faden *(Gnathobdelliden)* vorgestülpt werden. Der weibliche Geschlechtsapparat besteht entweder aus zwei langen schlauchförmigen Ovarien mit gemeinsamer Ausführungsöffnung *(Rhynchobdelliden)* oder aus zwei kurzen sackförmigen Ovarien, zwei Oviducten, einem gemeinsamen, von einer Eiweissdrüse umgebenen Eiergang und einer sackförmig erweiterten Scheide mit der Genitalöffnung *(Gnathobdelliden)* (Fig. 413).

Fig. 413.

a Cocon, *b* weiblicher Geschlechtsapparat von *Hirudo medicinalis*, nach R. Leuckart.

Bei der Begattung tritt aus den männlichen Geschlechtsorganen eine *Spermatophore* aus, welche entweder in die Scheide des anderen Thieres aufgenommen oder wenigstens in der Geschlechtsöffnung festgeklebt wird. Bald nachher kommt es zur Eiablage. Dann suchen die Thiere geeignete Stellen an Steinen und Pflanzen auf oder verlassen das Wasser und wühlen sich wie der medicinische Blutegel in feuchter Erde ein. Die Genitalringe erscheinen zu dieser Zeit sattelförmig aufgetrieben, theils in Folge der Turgescenz der Geschlechtsorgane, theils in Folge der reichen Entwicklung der Hautdrüsen, deren Secret für das Schicksal der abzulegenden Eier von besonderer Bedeutung ist. Während der Eiablage heftet sich der Blutegel mittelst seiner Bauchscheibe fest und umhüllt seinen Vorderleib unter den mannigfaltigsten Drehungen mit einer schleimigen Masse, welche die Genitalringe gürtelförmig überdeckt und allmälig zu einer festeren Hülle erstarrt. Schliesslich tritt eine Anzahl kleiner Eier nebst einer ansehnlichen Menge von Eiweiss aus, und der Wurm zieht sein Kopfende aus der nun gefüllten tonnenförmigen Schleimhülse heraus, welche sich nach ihrer Abstreifung durch Verengerung der endständigen Oeffnungen zu einem ziemlich vollständig geschlossenen Cocon zusammenzieht. So klein auch die Eier sind, die in niemals bedeutender Zahl in den Cocons abgesetzt werden, so besitzen doch die jungen Blutegel beim Ausschlüpfen eine ansehnliche Grösse, die Jungen des medicinischen Blutegels z. B. eine Länge von circa 17 Mm. und haben bereits im Wesentlichen bis auf die mangelnde Geschlechtsreife die Organisation der ausgewachsenen Thiere. Nur die *Clepsinen* werden sehr frühzeitig geboren und differiren von den Geschlechtsthieren sowohl hinsichtlich der Körperform als ihrer inneren Organisation wesentlich. Mit einfachem Darme und ohne hintere Saugscheibe leben sie längere Zeit an der Bauchfläche des Mutterthieres angeheftet und erreichen erst unter fortwährender Aufnahme neu abgeschiedener Eiweissmasse ihre volle, zum freien Leben taugliche Organisation.

Die Embryonalentwicklung, unter den Rhynchobdelliden für *Clepsine*, unter den Gnathobdelliden besonders für *Nephelis* und *Hirudo* näher bekannt, beginnt stets mit einer inäqualen Furchung. Am Embryo kommt frühzeitig die Mundöffnung zum Durchbruch, durch welche nach Bildung von Pharynx und Magendarm unter Schluckbewegungen des ersteren das im Cocon enthaltene Eiweiss in den Darm des wachsenden Embryos aufgenommen wird.

Die Blutegel leben grossentheils im Wasser oder, wenn auch nur zeitweise, in feuchter Erde. Sie bewegen sich theils spannerartig kriechend mit Hilfe der Haftscheiben, theils schwimmend unter lebhaften Schlängelungen des meist abgeflachten Körpers. Viele nähren sich parasitisch an der Haut oder an den Kiemen von Wasserbewohnern, z. B. an Fischen und am Flusskrebs; die meisten aber sind nur gelegentliche Schmarotzer an der äusseren Haut von Warmblütern. Einzelne Formen sind Raubthiere, welche, wie z. B. *Aulastomum gulo*, Schnecken und Regenwürmer verzehren oder, wie die *Clepsinen*, Schnecken aussaugen. Auch scheint die Nahrung keineswegs überall

auf eine bestimmte Thiergattung beschränkt, auch nicht in jedem Lebensalter dieselbe. Der medicinische Blutegel nährt sich z. B. in der Jugendzeit von Insectenblut, dann vom Blut der Frösche, und erst später wird ihm zur vollen Geschlechtsreife der Genuss eines warmen Blutes nothwendig.

Fam. *Rhynchobdellidae,* Rüsselegel. Körper langgestreckt, cylindrisch oder breit und flach, mit einer vorderen und hinteren Haftscheibe und kräftigem vorstreckbaren Rüssel in der Mundhöhle, mit paarigen Augen auf der vorderen Haftscheibe. Im contractilen Rückengefässe liegen als sog. Klappen Blutkörperchen bildende Organe. *Piscicola* Blainv. *(Ichthyobdella), P. geometra* L., auf Süsswasserfischen. *P. respirans* Tr., mit seitlichen Bläschen, die sich beim Eintritte des Blutes erweitern. *Pontobdella muricata* L., auf Rochen. *Branchellion torpedinis* Sav., *Clepsine* Sav. *(Clepsinidae), Cl. bioculata* Sav., *Cl. complanata* Sav., *Cl. marginata* O. Fr. Müll. *Haementaria mexicana* de Fil., *H. officinalis* de Fil., beide in den Lagunen von Mexico, die letztere nach Art des Blutegels benutzt, *H. Ghilanii* de Fil., im Amazonenstrom.

Fam. *Gnathobdellidae,* Kieferegel. Schlund mit drei gezähnten Kieferplatten bewaffnet, längsgefaltet. Vor der Mundöffnung ein geringelter, löffelförmig vorspringender Kopfschirm, welcher eine Art Mundsaugnapf bildet (Fig. 410). *Hirudo* L. Meist 95 deutliche Ringel, von denen vier auf die löffelförmige Oberlippe kommen. Die drei vorderen Ringel, sowie das fünfte und achte tragen die fünf Augenpaare. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt zwischen dem 24. und 25., die weibliche zwischen dem 29. und 30. Ringel. Die drei Kieferplatten fein gezähnt, nach Art einer Kreissäge beweglich, sehr geeignet, eine leicht vernarbende Wunde in die äussere Haut des Menschen zu schlagen. Magen mit 11 Paaren von Seitentaschen, von denen die des letzten Paares sehr lang sind. Die Cocons werden in feuchter Erde abgesetzt. *H. medicinalis* L., mit der als *officinalis* unterschiedenen Varietät besitzt 80—90 feine Zähne am freien Kieferrande und erreicht die Länge einer Spanne. Früher in Deutschland verbreitet, jetzt noch häufig in Ungarn und in Frankreich, wird in Blutegelteichen gezüchtet und braucht drei Jahre bis zum Eintritt der Geschlechtsreife. *Haemopis vorax* Moq. Tand., Pferdeegel, mit nur 30 gröberen Zähnen am Kieferrand, welche ihn zum Verwunden weicher Schleimhäute befähigen. Der Pferdeegel, in Europa und vornehmlich in Nordafrika einheimisch, beisst sich im Schlunde von Pferden, Rindern, auch des Menschen fest. *Aulastomum gulo* Moq. Tand. Bei uns auch als Pferdeegel bekannt, von Weichthieren lebend. *Haemodipsa japonica* Whgt., Landblutegel in den Tropen.

Fam. *Branchiobdellidae.* Der in ausgestrecktem Zustande beinahe cylindrische Körper, aus wenigen ungleich geringelten Segmenten zusammengesetzt, mit zweilappigem Kopflappen ohne Augen, mit einem Saugnapf am Hinterende. Schlund ohne Rüssel, mit zwei flachen, übereinanderliegenden Kiefern. *Branchiobdella parasita* Henle, *B. astaci* Odier, an den Kiemen und der unteren Schwanzfläche des Flusskrebses.

IV. Classe. Rotatoria[1]) = Rotiferi, Räderthiere.

Mit einstülpbarem Wimperapparate am Vorderende des Leibes, mit einfachem Gehirnganglion und Wassergefässcanälen, ohne Herz und Gefässsystem, getrennten Geschlechtes.

Die Räderthiere sind Würmer, welche von der Lovén'schen Larve, mit der die von Semper entdeckte, als *Trochosphaera aequatorialis* bezeichnete

[1]) Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838. Dujardin, Histoire naturelle des Infusoires. Paris 1841. Dalrymple, Phil. Transact. Roy. Soc., 1844. Fr. Leydig, Ueber den Bau und die systematische Stellung der Räderthiere. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. VI, 1854. F. Cohn, Ueber Räderthiere. Ebendaselbst

Kugelrotatorie in der Gestaltung des Körpers nahezu übereinstimmt, abgeleitet werden können, und haben mit den Arthropoden nichts zu thun, da sie nicht nur der Metamerenbildung, sondern auch der Extremitäten entbehren. Allerdings ist der Körper der Räderthiere äusserlich gegliedert und zerfällt in mehr oder minder deutlich abgegrenzte, höchst ungleichartige Abschnitte, ohne aber diesen entsprechende Segmente der inneren Organe zu besitzen. Meist unterscheidet man einen Vorderleib, welcher die gesammten Eingeweide in sich einschliesst, und einen beweglich abgesetzten fussartigen Hinterleib, der mit zwei zangenartig gegenüberstehenden Griffeln endet und sowohl zur Befestigung wie zur Bewegung dient. Nicht minder häufig sind sowohl der breitere Vorderleib als der verschmälerte Hinterkörper in mehrere Ringe gegliedert, die sich fernrohrartig in einander einziehen und mehr oder minder frei unter Biegungen verschieben können.

Ein wichtiger Charakter der Rotiferen liegt in dem am Vorderende sich erhebenden, meist einziehbaren Wimperapparat, welcher wegen seiner Aehnlichkeit mit einem rotirenden Rade als *„Räderorgan“* bezeichnet wird. Häufig ist derselbe, besonders bei parasitischen Formen, bedeutend reducirt, in einzelnen Fällen vollkommen rückgebildet *(Apsilus)*. Bei *Notommata tardigrada* reducirt sich das Räderorgan auf die bewimperte Mundspalte, bei *Hydatina* auf den in seiner ganzen Circumferenz mit Cilien bekleideten Kopfrand (Fig. 414). In anderen Fällen erhebt sich der bewimperte Saum über den Kopf hinaus bis zur Bildung sog. Doppelräder, z. B. *Philodina*, oder wird zu einem bewimperten Kopfschirm, z. B. *Megalotrocha*. Endlich erscheint derselbe in knopfartige *(Floscularia)* oder gar armförmige Fortsätze *(Stephanoceros)* verlängert. Derselbe hat neben der Hauptfunction als Locomotionsorgan die Aufgabe, kleine zur Nahrung dienende Körper herbeizustrudeln. Ausserdem findet sich noch eine zweite Reihe von zarten Flimmercilien, welche vom Rücken aus an beiden Seiten zu der an der Bauchfläche des Räderorgans gelegenen Mundöffnung herabführen und die kleinen, vom Strudel des Räderorgans erfassten Nahrungskörper in dieselbe einleiten.

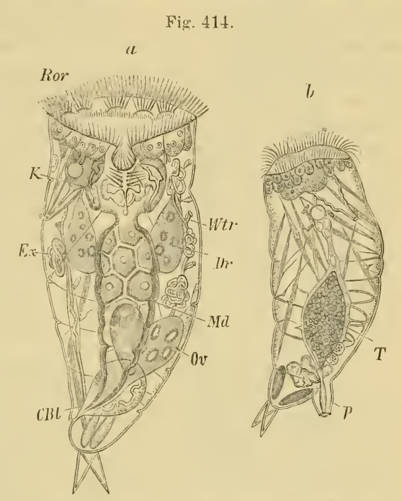
Die Mundöffnung führt in einen erweiterten, mit beständig klappendem Kieferapparat bewaffneten Schlundkopf (Fig. 414). Aus diesem entspringt eine kurze Schlundröhre, welche in den weiten, mit grossen Zellen bekleideten und bewimperten Magendarm führt. Am Eingange desselben münden zwei ansehnliche, zuweilen in einzellige Drüsen aufgelöste Drüsenschläuche, die ihrer

---

Bd. VII, 1856, Bd. IX, 1858, Bd. XII, 1862. Gosse, On the structure, functions and homologies of the manducatory organs of the class Rotifera. Phil. Transact., 1856. W. Salensky, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Brachionus urceolaris. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXII, 1872. Karl Eckstein, Die Rotatorien der Umgegend von Giessen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXIX, 1883. C. Zelinka, Studien über Rotatorien. Zeitschr. für wiss. Zoolog., Tom. XLIV, 1886 und Tom. XLVII, 1888. L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jen. Zeitschr. 1885. C. T. Hudson, The Rotifera or Wheel Animalcules. Part. I—IV. London 1886.

Function nach wohl als Speichel- oder pankreatische Drüsen zu deuten sein möchten. Dann folgt der ebenfalls bewimperte Enddarm, welcher am Vorderleib, da, wo sich der fussartige Hinterleib inserirt, wohl überall dorsalwärts ausmündet. Bei einigen Rotiferen, z. B. *Ascomorpha, Asplanchna,* endet der Chylusdarm blindgeschlossen. Ein *Blutgefässsystem* fehlt, und die helle Blutflüssigkeit erfüllt die Leibeshöhle. Ebensowenig finden sich gesonderte *Respirationsorgane.* Die sog. Respirationscanäle sind Excretionscanäle. Es sind zwei geschlängelte Längscanäle mit zelliger Wandung, welche mittelst kurzer und bewimperter Seitenzweige (Zitterorgane), geschlossener Wimperkölbchen, beginnen und entweder direct oder vermittelst einer contractilen Blase (Respirationsblase) mit dem Enddarm ausmünden. Das Nervensystem schliesst sich dem der Platyhelminthen an. Die Centraltheile desselben bildet ein einfaches oder zweilappiges, über dem Schlunde gelegenes Gehirnganglion, von welchem Nerven zu eigenthümlichen Sinnesorganen der Haut und zu den Muskeln abgehen. Augen liegen nicht selten entweder als x-förmiger unpaarer Pigmentkörper oder als paarige, mit lichtbrechenden Kugeln verbundene Pigmentflecken dem Gehirn auf. Die erwähnten Sinnesorgane der Haut, wahrscheinlich Tast-, beziehungsweise Spürorgane, sind mit Borsten und Haaren besetzte Erhebungen, selbst röhrenartig verlängerte Fortsätze (Respirationsröhren des Nackens) der Haut, unter denen die Sinnesnerven mit ganglienartigen Anschwellungen enden.

Fig. 414.



Hydatina senta, nach F. Cohn. *a* Weibchen, *b* Männchen. *Ror* Räderorgan, *K* Kiefer, *Dr* Speicheldrüsen, *Md* Magendarm, *Ov* Ovarium, *Wtr* Wimpertrichter des Excretionsapparates *(Ex)*, *CBl* contractile Blase, *T* Hoden, *P* Penis.

Die Geschlechter sind getrennt und durch einen ausgeprägten Dimorphismus bezeichnet. Die sehr kleinen Männchen (Fig. 414*b*) entbehren des Schlundes und Darmcanals, dessen Anlage auf ein strangförmiges Rudiment reducirt bleibt. Ihre Geschlechtsorgane reduciren sich auf einen mit Samenfäden gefüllten Hodenschlauch, dessen muskulöser Ausführungsgang zuweilen auf einem papillenartigen Höcker am hinteren Ende des Vorderleibes mündet. Die Geschlechtsorgane der weit grösseren Weibchen bestehen aus einem rundlichen, mit Eikeimen gefüllten Ovarium und einem kurzen Eileiter, welcher ein einziges oder nur wenige reife Eier enthält und meist mit dem Darm zugleich ausmündet. Fast sämmtliche Räderthiere legen Eier ab, und

zwar dünnschalige *Sommereier* und dickschalige *Wintereier*. Beide tragen sie an ihrem Körper herum, während allerdings die Sommereier auch im Eileiter die Embryonalbildung durchlaufen können. Wahrscheinlich entwickeln sich die ersteren parthenogenetisch, da die Männchen zu der Jahreszeit, in welcher jene auftreten, fehlen. Die dickschaligen, oft dunkler gefärbten Wintereier werden im Herbst erzeugt und befruchtet.

Die Eier durchlaufen eine unregelmässige Dotterklüftung. Die aus der kleineren Furchungskugel hervorgegangenen Zellen häufen sich an einem Pole an und umlagern schliesslich die dunkleren Dotterzellen vollkommen, so dass ein zweiblättriger Keim gebildet wird. Die Zellen der äusseren Schicht, viel ärmer an Körnchen als die der centralen Entodermanlage, bilden das obere Keimblatt, welches an der (späteren) Bauchseite eine Einbuchtung erfährt, aus deren Seitenwänden die beiden Lappen des Räderorgans hervorgehen (ähnlich den Mundlappen von Schneckenembryonen). Der hintere Theil der Einbuchtung wird zum Hinterleib, an dessen Basis eine Vertiefung die Anlage des Hinterdarmes bildet, während vorne im Grunde der Einbuchtung Mund und Vorderam gebildet werden. Das Ganglion entsteht aus dem oberen Blatt im Kopftheil. Am männlichen Embryo verläuft die Entwicklung insofern abweichend, als der Darmcanal gar nicht zur Ausbildung kommt. Die freie Entwicklung verläuft ohne oder mit unbedeutender, zuweilen rückschreitender Metamorphose; am auffallendsten erscheint die Metamorphose bei den im ausgebildeten Zustande festsitzenden *Floscalariden*.

Die Räderthiere bewohnen vornehmlich das süsse Wasser, in welchem sie sich theils schwimmend mit Hilfe des Räderorgans fortbewegen, theils mittelst des zweizangigen drüsigen Fussendes vor Anker legen. Auf diese Art befestigt, strecken sie ihren Kopftheil vor und beginnen das Spiel ihrer Wimpern behufs Herbeistrudelung von Nahrungsstoffen, z. B. Infusorien, und Diatomaceen. Einige Arten leben in Gallerthülsen und zarten Röhren, andere *(Conochilus)* stecken mit ihrem Fussende in einer gemeinsamen Gallertkugel und sind zu einer schwimmenden Colonie vereinigt; verhältnissmässig wenige leben als Parasiten.

Fam. *Floscularidae*. Festsitzende Räderthiere mit langem, quergeringelten Fuss, meist von Gallerthülsen und Röhren umgeben. Der Kopfrand mit gelapptem oder tief gespaltenem Räderorgan. *Floscularia proboscidea* Ehrbg., *Stephanoceros Eichhornii* Ehrbg., *Tubicolaria najas* Ehrbg., *Melicerta ringens* L., *Conochilus volvox* Ehrbg.

Fam. *Philodinidae*. Freibewegliche, oft spannerartig kriechende Räderthierchen mit zweirädrigem Wirbelorgan und gegliedertem, fernrohrartig einziehbarem Fuss ohne Hülse. *Callidina elegans* Ehrbg., *Rotifer vulgaris* Oken (*R. redivivus* Cuv.), *Philodina erytrophthalma* Ehrbg.

Fam. *Brachionidae*. Räderthiere mit zwei- oder mehrfach getheiltem Räderorgan, mit breitem, schildförmigem, gepanzertem Körper und geringeltem oder kurz gegliedertem Fuss. *Brachionus Bakeri* O. Fr. Müll., *B. militaris* Ehrbg., *Euchlanis triquetra* Ehrbg.

Fam. *Hydatinidae*. Mit mehrfach getheiltem oder nur eingebuchtetem Räderorgan und zarter, häufig gegliederter Haut. Der kurze Fuss endet meist zweitheilig mit zwei Borsten

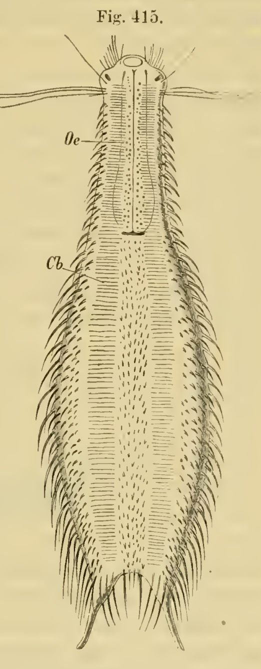
oder zangenförmig. *Hydatina* Ehrbg., *H. senta* O. Fr. Müll. mit *Enteroplea hydatinae* Ehrbg. als Männchen (Fig. 414). *Notommata tardigrada* Ldg., *N. Brachionus* Ehrbg., *N. parasita* Ehrbg., *Apsilus* Metschn. Körper linsenförmig, ohne Wimperapparat, *A. lentiformis* Metschn.

Fam. *Asplanchnidae*. Der sackförmige panzerlose Leib entbehrt des Enddarmes und des Afters. *Asplanchna Sieboldii* Ldg., *A. myrmele* Ehrbg., *Ascomorpha germanica* Ldg.

Hier schliesst sich die in vieler Hinsicht abweichende Gattung *Seison* Gr. an. *Seison Grubei* Cls.[1]) lebt an Nebalia.

Den Rotiferen schliessen sich zwei Gruppen kleiner Thierformen an: 1. die *Echinoderidae* (*Echinoderes Dujardinii* Clap., *E. setigera* Greeff) und 2. die *Gastrotricha* oder *Ichthydinen*.

Fig. 415.



Chaetonotus maximus, nach Bütschli. Von der Bauchseite gesehen. *Cb* Wimperband, *Oe* Oesophagus.

Die *Echinoderiden*[2]) besitzen ein gegliedertes, in verschiebbare Ringe getheiltes Hautskelet mit vorstreckbarem, von Hakenkränzen besetztem Vorderende, an welchem der Mund liegt. Dieser führt mittelst Mundhöhle in einen Nematoden-ähnlichen Pharynx, auf welchen der geradgestreckte, muskelfreie Mitteldarm und kurze Enddarm folgt. Das ektodermale Nervensystem besteht aus einem das Vorderende des Schlundes umgebenden, von Ganglien bekleideten Nervenring (Gehirn) und aus einem Bauchstrange mit segmental angeordneten Gangliengruppen. Bei den auf Meeres-Algen lebenden Formen liegt am Gehirn ein einfaches Auge vor, bei den im Schlamme lebenden Formen fehlt dasselbe. Tastorgane finden sich längs des Rückens und an den Seiten des Körpers. Als Excretionsorgane fungiren ein Paar vorne geschlossene, innen bewimperte Schläuche (Nephridien). Die Geschlechter sind getrennt. Ovarien und Hoden liegen paarig zu den Seiten des Darmes

[1]) Vergl. C. Claus, Ueber die Organisation und die systematische Stellung der Gattung Seison Gr. Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens der k. k. zool.-bot. Gesellschaft. Wien 1876. L. Plate, Ueber einige ectoparasitische Rotatorien des Golfes von Neapel. Mitth. der zool. Station Neapel, Tom. VII.

[2]) E. Metschnikoff, Ueber einige wenig bekannte niedere Thierformen. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. XV, 1865. R. Greeff, Untersuchungen über einige merkwürdige Thiergruppen des Arthropoden- und Wurmtypus. Archiv für Zoologie, 1869. W. Reinhard, Kinorhyncha (Echinoderes), ihr anatomischer Bau und ihre Stellung im System. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XLV, 1887. C. Zelinka, Ueber die Organisation von Echinoderes. Verhandl. der deutschen zool. Gesellsch. 1894.

und münden am letzten Hautringel bauchständig. *Echinoderes Dujardinii* Clap., *E. setigera* Greeff.

Die *Gastrotrichen*[1]) (Fig. 415) besitzen einen flaschenförmigen oder wurmförmigen Leib, welcher an seiner Bauchfläche mit zwei Cilienbändern besetzt ist und am hinteren Ende in zwei Furcalfortsätze ausläuft. Zwischen diesen mündet ventralwärts das Darmrohr aus, dessen muskulöser Oesophagus ebenso wie die Gestalt des Darmes an die Nematoden erinnert. Am vorderen Pole liegt die rundliche Mundöffnung, nach welcher die ventralen Wimperränder die Nahrungsstoffe hinzuleiten scheinen. Borsten finden sich sehr häufig in dichter Stellung vornehmlich am Rücken *(Chaetonotus)*. Das Nervensystem besteht aus einem einfachen dem Schlunde aufliegenden Gehirnganglion. Augenflecken sind zuweilen vorhanden. Die Leibesmuskulatur beschränkt sich auf wenige contractile Zellen. Die Muskeln sind paarige Längsbänder (6 Paare) und lassen sich wie die der Rotiferen als Haut- und Leibeshöhlenmuskeln unterscheiden. Ringmuskeln fehlen. Als Excretionsorgane fungiren zwei vielfach verschlungene Canälchen, welche je einen stabförmigen Wimperlappen tragen und in der Mitte der Bauchfläche ausmünden. Die weibliche Geschlechtsöffnung liegt auf der Rückenfläche dicht vor der Gabelung des Hinterendes. Von Interesse ist die bei *Chaetonotus* entdeckte Anwesenheit von zweierlei Eiern, kleineren Sommereiern, die sich im Mutterleibe entwickeln, und grösseren hartschaligen Wintereiern, aus welchen die Embryonen in vorgeschrittener Form ausschlüpfen. Metschnikoff und Bütschli lassen die *Ichthydinen* getrennten Geschlechtes sein, während M. Schultze für *Chaetonotus* Samenfäden und Eier im Körper desselben Thieres beschrieb. Neuerdings hat Ludwig bei *Ichthydium* den muthmasslichen Hoden an noch jungen Thieren nachgewiesen und gezeigt, dass die Ovarien später reifen, die Gastrotrichen somit Zwitter sind. Die vornehmlichen Gattungen sind: *Chaetonotus* Ehrbg. mit Stacheln besetzt, *maximus* M. Sch. (Fig. 415), *Ichthydium* Ehrbg. ohne Stacheln, *I. ocellatum* Metschn., *Dasydytes* Gosse, ohne Gabelschwanz, aber mit Rückenstacheln, *D. longisetosus* Metschn.

[1]) H. Ludwig, Die Ordnung Gastrotricha. Zeitschr. für wissensch. Zool., Bd. XXVI, 1875. O. Bütschli, Untersuchungen über freilebende Nematoden und die Gattung Chaetonotus. Ebend. C. Zelinka, Die Gastrotrichen. Ebend. Bd. XLIX, 1889.

V. Thierkreis.

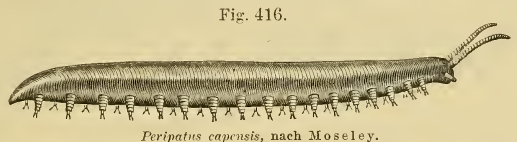
Arthropoda, Gliederfüssler.

Bilateralthiere mit chitinigem Hautskelet, heteronom segmentirtem Körper und gegliederten Segmentanhängen (Gliedmassen), mit Gehirn, Schlundring und Bauchganglienkette.

Die Arthropoden sind der Organisation ihres Leibes nach mit den *Gliederwürmern* so nahe verwandt, dass man die Vereinigung beider im Sinne Cuvier's als *Articulaten* wieder befürworten könnte. Indessen würde dann nicht nur die Trennung der Anneliden von den ungegliederten Würmern *(Scoleciden)* erforderlich und damit ein engerer verwandtschaftlicher Verband zerrissen werden, wie er zwischen Anneliden und Nemertinen, sowie zwischen diesen und den Planarien besteht, sondern es müssten auch die Mollusken und Molluskoiden bei den Beziehungen ihrer Larven zu denen der Anneliden eine veränderte Stellung erhalten und könnten als von diesen getrennte Kreise nicht aufrecht erhalten werden.

Der *wichtigste Charakter,* welcher die Arthropoden von den nahe verwandten Gliederwürmern unterscheidet und als Grundbedingung für eine

Fig. 416.



Peripatus capensis, nach Moseley.

höhere Organisation und Lebensstufe erscheint, beruht *auf dem Besitze von gegliederten, aus paarigen Segmentanhängen hervorgegangenen Bewegungsorganen.* Anstatt der Parapodien der Chaetopoden treten gegliederte, zu einer vollkommeneren Leistung befähigte Extremitätenpaare, und zwar ausschliesslich an der Bauchfläche auf. Jedes Segment vermag ein Gliedmassenpaar hervorzubringen, welches im einfachsten Falle kurz bleibt und nur aus wenigen Gliedern besteht (Onichophoren) (Fig. 416). Während bei den Anneliden die Locomotion durch Verschiebung der Segmente und Schlängelungen des gesammten Leibes zu Stande kommt, wird bei den Arthropoden die Function der Ortsbewegung von der Hauptachse des Leibes auf die Nebenachsen, auf die Gliedmassen, übertragen, hiemit ist aber auch eine weit vollkommenere Leistung erreichbar. Die Extremitäten gestatten den Arthropoden nicht nur ein leichteres und rascheres Schwimmen und Kriechen, sondern führen auch zu mannigfaltigeren Formen einer schwierigen Bewegung, zum Laufen und Klettern, Springen und Fliegen. Die Arthropoden werden daher zu wahren Land- und Luftthieren.

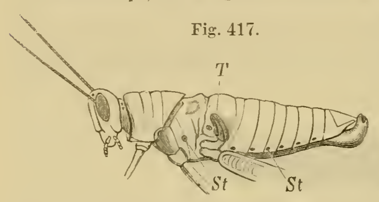
Die hohe Entwicklung der Gliedmassenpaare als Bewegungsorgane steht mit einer *zweiten wesentlichen Eigenschaft im Zusammenhang, mit der*

Heteronomie der Segmentirung und der dieser entsprechenden Erstarrung der äusseren Haut *zu einem festen Chitinskelet.* Soll die Leistung der Extremitäten eine vollkommene sein, so bedarf dieselbe eines beträchtlichen Aufwandes von Muskelmasse, deren Stützpunkte nur am Integumente des Rumpfes gegeben sein können. Die Insertionen der Gliedmassen und ihrer Muskeln lassen daher starre Flächen am Leibe nothwendig erscheinen, welche theils durch innere chitinisirte Sehnen und Platten, theils durch die Erstarrung der Haut und Verschmelzung der Segmente zu grösseren bepanzerten Abschnitten gewonnen werden. Nur bei einfacheren Bewegungsformen, welche sich denen der Anneliden noch unmittelbar anschliessen, bleiben alle durch zarte einschiebbare Zwischenhäutchen verbundenen Segmente des Rumpfes selbstständig und tragen gleichmässig Gliedmassenpaare in der ganzen Länge des Leibes (Larven, Myriopoda).

Im Allgemeinen unterscheidet man drei Leibesregionen, als *Kopf, Brust* oder *Mittelleib* (Thorax) und *Hinterleib* (Abdomen), deren Gliedmassen einen verschiedenen Bau und dem entsprechende Function besitzen (Fig. 417).

Der Kopf, im Vergleich zu dem aus Stirnlappen und Mundabschnitt zusammengesetzten Kopf der Anneliden eine secundäre, zugleich aus Rumpfsegmenten und deren Gliedmassen gebildete Region, repräsentirt den kurzen gedrungenen Vorderabschnitt mit festem Integument, schliesst das Gehirn ein und trägt die Sinnesorgane und Mundtheile. Die Gliedmassenpaare dieses Abschnittes sind zu *Antennen* und *Mundwerkzeugen* umgestaltet. Im Vergleich mit dem Annelidenkopf gehen ausser dem Stirn- oder Antennenabschnitt und dem Mundsegment wenigstens ein Kiefersegment, dessen Gliedmassenpaar noch im Larvenleben *(Nauplius)* als Beinpaar fungiren kann, in die Bildung des Kopfes ein. Indessen werden in der Regel noch zwei Rumpfsegmente, deren Gliedmassen als Kiefer fungiren, in den Kopf einbezogen.

Fig. 417.



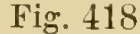
Kopf, Brust und Abdomen eines *Acridium* in seitlicher Ansicht. *St* Stigmen, *T* tympanales Organ.

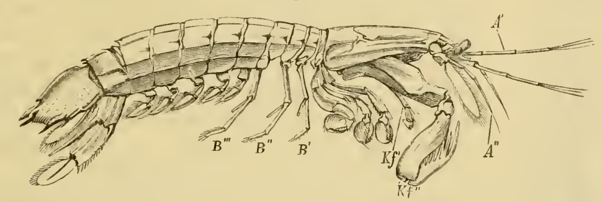
Der Mittelleib oder Thorax zeichnet sich ebenfalls durch eine verhältnissmässig innige Verschmelzung einiger oder aller seiner Segmente, sowie durch die Festigkeit seiner Haut aus. Meist ist derselbe scharf vom Kopfe abgesetzt, häufig dagegen mit dem Kopfe zu einer gemeinsamen Leibesregion *(Cephalothorax)* verschmolzen (Fig. 418). Der Thorax trägt die wichtigsten Gliedmassen der Bewegung und repräsentirt das Centrum der zu bewegenden Masse.

Der Hinterleib, auch Leib schlechthin genannt, zeigt die Zusammensetzung aus deutlich gesonderten Leibesringen und entbehrt in der Regel der Extremitäten. Sind dieselben aber vorhanden (Abdominalfüsse), so dienen sie theils als Hilfsorgane der Bewegung, theils zur Respiration oder zum

Tragen der Eiersäckchen und der Copulation. Seltener, wie z. B. bei den Scorpionen, sondert sich das Abdomen in einen breiteren Vorderabschnitt, *Präabdomen*, und in einen engeren beweglichen Hinterabschnitt, *Postabdomen*.

Die Haut besteht wie bei den Anneliden, aus zwei verschiedenen Schichten, einer äusseren festen, meist homogenen Chitinhaut und einer weichen, aus polygonalen Zellen zusammengesetzten unteren Lage *(Matrix, Hypodermis)*, welche die anfangs weiche Chitinhaut schichtenweise absondert (Fig. 26). Diese erstarrt meist auch durch Aufnahme von Kalksalzen in der chitinhaltigen Grundsubstanz zu dem festen, das Skelet bildenden Hautpanzer, der aber zwischen den einzelnen Segmenten durch dünne Verbindungshäute unterbrochen ist. Die mannigfachen Cuticularanhänge der Haut, welche als einfache oder gefiederte Haare, Fäden und Borsten, Dornen und Haken auftreten können, verdanken ihre Entstehung ähnlich gestalteten Fortsätzen und Auswüchsen der zelligen Unterlage (Fig. 27). Die Chitinhaut erfährt mit sammt ihren Anhängen zeitweise, vornehmlich während des Wachsthums im Jugendzustande, Erneuerungen und wird dann als


Fig. 418.



Squilla mantis. *A'*, *A''* Antennen. *Kf*, *Kf''* die vorderen Kieferfusspaare am Cephalothorax, *B'*, *B''*, *B'''* drei Spaltbeinpaare der Brust.

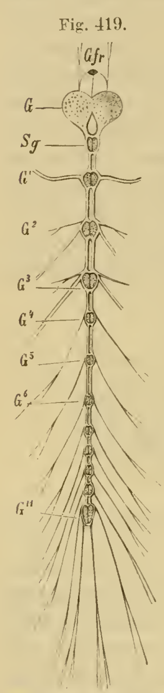
zusammenhängende Haut abgeworfen (Häutungsprocess). Die Muskulatur bildet niemals mehr einen continuirlichen Hautmuskelschlauch, sondern zeigt sich meist der Segmentirung entsprechend gegliedert. Die Rumpfmuskeln sind in den einzelnen Segmenten in longitudinalen und schräg transversalen Zügen angeordnet, bieten übrigens mancherlei Unterbrechungen. Dazu kommen umfangreiche Muskelgruppen, welche die Extremitäten bewegen. *Durchgängig sind die Muskelfasern quergestreift.*

Die innere Organisation schliesst an die Gliederwürmer an, ohne jedoch eine durchgreifende innere Segmentirung erhalten zu haben.

Das *Nervensystem* besteht aus Gehirn, Schlundcommissur und Bauchmark, welches letztere meist in Form einer Ganglienkette (Fig. 419) unter dem Darme verläuft, zuweilen aber auch eine grosse Concentrirung zeigt und selbst zu einer ungegliederten Ganglienmasse unter dem Schlunde zusammengezogen sein kann. Die Gliederung der Bauchganglienkette bietet im Speciellen die grössten Verschiedenheiten, im Allgemeinen aber entspricht sie der heteronomen Segmentirung des Körpers, indem in den grösseren, durch Verschmelzung von Segmenten entstandenen Abschnitten

auch eine Annäherung oder Verschmelzung der entsprechenden Ganglien erfolgt. Nur in einem Falle, bei den *Pentastomiden*, die zur Form und Lebensstufe der Eingeweidewürmer zurücksinken, ist die obere Brücke der Schlundcommissur nicht als Gehirnganglion angeschwollen, und es erscheinen die Centraltheile des Nervensystems als gemeinsame Ganglienmasse unterhalb des Schlundes zusammengedrängt. In allen anderen Fällen ist das Gehirn eine grössere, dem Oesophagus aufliegende Ganglienmasse, welche sich durch den Schlundring mit dem vordersten, meist im Kopfe gelegenen Ganglion der Bauchkette, dem unteren Schlundganglion, verbindet. Aus dem Gehirn entspringen die Sinnesnerven, während die Ganglien der Bauchkette Nervenstämme an die Muskeln, sowie an die Körperbedeckung entsenden. Neben diesem, dem cerebrospinalen Nervensysteme der Wirbelthiere vergleichbaren Systeme des Gehirnes und der Bauchganglienkette unterscheidet man bei den grösseren und höher organisirten Arthropoden ein Eingeweidenervensystem *(Sympathicus)*, welches besondere, mit jenem verbundene Ganglien und Nervengeflechte bildet, deren Verbreitungsbezirk besonders der Darmcanal ist. Bei den höheren Arthropoden unterscheidet man sehr allgemein paarige und unpaare Eingeweidenerven, die beide im Gehirn ihren Ursprung haben.

Fig. 419.



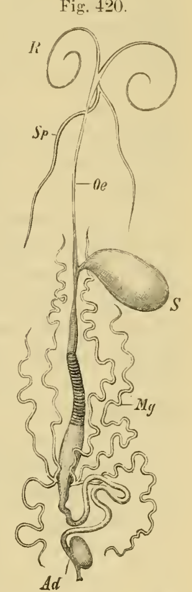
Nervensystem der Larve von *Coccinella*, nach Ed. Brandt. *Gfr* Ganglion frontale, *G* Gehirn, *Sg* Subösophagealganglion, G^1 bis G^{11} die Ganglien der Bauchkette in Brust u. Abdomen.

Von *Sinnesorganen* sind vorzugsweise Augen verbreitet und werden bei nur wenigen parasitischen Formen vermisst. In der einfachsten Form sind es paarige oder unpaare, dem Gehirn aufliegende Augen mit lichtbrechenden Körpern ohne oder mit gemeinsamer Linse (*Stemmata* oder Punktaugen). Complicirter sind die stets in doppelter Zahl auftretenden zusammengesetzten Augen, welche sich durch das Vorhandensein von Nervenstäben, sowie Krystallkegeln auszeichnen. Dieselben sind entweder Augen mit glatter Hornhaut (z. B. (Cladoceren) oder besitzen als *Facettenaugen* zahlreiche kleine Cornealinsen, unter welchen die Krystallkegel und Nervenstäbe liegen (Fig. 119 und 120). Bei den Decapoden und Branchiopoden sitzen dieselben auf Stielen, den langausgezogenen, beweglich abgesetzten Seitentheilen des Kopfes. Augen-ähnliche Organe, die sich aber in neuerer Zeit als Leuchtorgane herausgestellt haben, hat man an den Kiefern und zwischen den Beinpaaren des Hinterleibes bei *Euphausia* beobachtet. Auch *Gehörorgane* kommen vor, am häufigsten bei den Krebsen als Gehörblasen oder besser Statocysten mit Otolithen in der Basis der vorderen Antennen, selten in dem als Fächer be-

kannten Anhänge des Hinterleibes. Ferner sind bei den Insecten Organe zur Schallperception, freilich von abweichendem Bau, entdeckt worden. Ebenfalls verbreitet sind *Geruchsorgane*, welche ihren Sitz an der Oberfläche der Antennen haben und aus zarten Röhrchen oder eigenthümlichen Zapfen bestehen, unter denen Ganglienzellen und Nerven liegen. Als *Tastorgane* hat man die Antennen und Taster der Mundwerkzeuge, sowie wohl auch die Extremitätenspitzen, und an diesen eigenthümliche Kolben, Borsten und Haare der Haut mit Nervenendigungen anzusehen.

Ein selbstständiger *Verdauungsapparat* ist überall deutlich gesondert, tritt aber in sehr verschiedener Gestalt und Höhe der Ausbildung auf. Nur ausnahmsweise kann der Darm rückgebildet und geschwunden sein (Rhizocephalen). Der Mund liegt an der unteren Kopffläche, von einer Oberlippe überragt und meist rechts und links von Mundwerkzeugen umstellt, welche entweder zum Kauen oder Stechen und Saugen dienen. Eine engere oder weitere Speiseröhre führt in den Magendarm, welcher entweder einfach die Leibesachse durchsetzt oder sich in mehrfachen Windungen zusammenlegt. Speiseröhre und Mitteldarm können selbst wieder in mehrfache Abschnitte zerfallen und sowohl Speicheldrüsen als (mit der Function als Hepatopancreas) sog. Leberanhänge besitzen. Auf den Mitteldarm folgt der Enddarm mit der am hinteren Leibesende ausmündenden Afteröffnung.

Fig. 420.



Darmcanal von *Pontia brassicae*, nach Newport. *R* Rüssel (Maxille), *Sp* Speicheldrüsen, *Oe* Oesophagus, *S* Saugmagen. *Mg* Malpighi'sche Gefässe, *Ad* Afterdarm.

Harnabsondernde *Excretionsorgane* kommen in weiter Verbreitung vor, in ihrer einfachsten Form als Zellen der Darmfläche (Copepoden), auf einer höheren Stufe als schlauchförmige, fadenähnliche Ausstülpungen des Enddarms (Malpighi'sche Gefässe) (Fig. 420). Wichtig ist, dass sich in mehreren Arthropodenclassen die segmentalen Nephridien selten in grösserer, oft dagegen in reducirter Zahl erhalten haben. Dieselben beginnen meist nicht mehr mit freiem Trichter, sondern mit geschlossener Endblase und sind die bei den Crustaceen verbreiteten Antennen- und Schalendrüsen. Bei den Arachnoideen treten sie in Form der sog. Coxaldrüse auf, während sie bei den Peripatiden in fast sämmtlichen Segmenten als schleifenförmig gewundene Canäle wiederkehren und mit geschlossener Endblase beginnen.

Auch die *Circulations-* oder *Respirationsorgane* zeigen bei den sehr abweichenden Stufen der Organisation die grössten Verschiedenheiten. In dem einfachsten Falle erfüllt die helle, seltener gefärbte, mit Blutkörperchen versehene Blutflüssigkeit die Leibeshöhle und die Zwischenräume aller

Organe und circulirt in mehr unregelmässiger Weise zugleich mit der Bewegung verschiedener Körpertheile. Nicht selten sind es bestimmte Organe (Darm, schwingende Platten etc.), welche durch regelmässig wiederkehrende Bewegungen auf die Circulation des Blutes wirken *(Achtheres, Cyclops)*. In anderen Fällen tritt auf der Rückenfläche oberhalb des Darmes ein kurzes sackförmiges Herz oder ein längerer, in Kammern abgetheilter, gefässartiger Schlauch, ein *Rückengefäss,* als blutbewegendes Organ auf. Von diesem können auch Gefässe, *Arterien*, entspringen, welche die Blutflüssigkeit in bestimmten Richtungen fortführen und mit freien Oeffnungen im Leibesraume enden. Auch rückführende venöse Bahnen treten auf, welche im Leibesraume beginnen. Vollständig geschlossen scheint das Gefässsystem niemals, da sich stets lacunäre Räume der Leibeshöhle in den Verlauf der Arterien und der rückführenden, oft gefässartig begrenzten Bahnen eingeschoben finden.

Die Athmung wird sehr häufig, besonders bei kleineren und zarten Arthropoden, durch die gesammte Oberfläche des Körpers vermittelt. Bei grösseren Wasserbewohnern übernehmen besondere schlauchförmige, meist verästelte Anhänge der Extremitäten als *Kiemen* diese Function, während bei den luftlebenden Insecten, Myriapoden, Scorpionen und Spinnen innere, mit Luft gefüllte verästelte Röhren *(Tracheen)* oder Hohlblätter *(Fächertracheen, Lungen)* zur Respiration dienen. Nach dem Gegensatze der Athmungsorgane hat man wohl auch die Arthropoden in *Branchiata* und *Tracheata* eingetheilt.

Die Fortpflanzung der Arthropoden ist eine geschlechtliche, erfolgt aber zuweilen durch Entwicklung unbefruchteter Eier *(Parthenogenese)*. Ovarien und Hoden sind ihrer Anlage nach ursprünglich paarig vorhanden, ebenso die Leitungswege, die freilich oft zu gemeinsamen Endstücken zusammentreten und mit medianer Geschlechtsöffnung ausmünden (Insecten, Arachnoideen). Mit seltenen Ausnahmen (Cirripedien, Cymothoideen) sind die Geschlechter getrennt. Männchen und Weibchen erscheinen in ihrer gesammten Gestalt und Organisation häufig wesentlich verschieden. Selten kommt es wie bei den Schmarotzerkrebsen zu einem so ausgeprägten Dimorphismus des Geschlechtes, indem die Männchen zwergartig klein bleiben und parasitenähnlich am Körper des Weibchens festsitzen. Während des Begattungsactes, der oftmals eine äussere Vereinigung beider Geschlechter bleibt, werden häufig Spermatophoren am weiblichen Genitalsegment befestigt oder durch das Begattungsorgan in die Vagina eingeschoben, von wo aus die Zoospermien zuweilen in besondere Samenbehälter gelangen. Die meisten Arthropoden legen Eier ab, indessen kommen in fast allen Gruppen auch vivipare Formen vor; die Eier werden entweder vom Mutterthiere umhergetragen oder an geschützten, an entsprechender Nahrung reichen Plätzen abgesetzt.

Meistens folgt auf die mehr oder minder complicirte Entwicklung des Embryos eine complicirte Metamorphose, während welcher die freilebenden

Jugendformen als Larven einen mehrmaligen Wechsel der Haut erleiden. Nicht selten fehlen der eben geborenen Larve noch zahlreiche Segmente des Mutterthieres, in anderen Fällen sind sämmtliche Segmente zwar vorhanden, aber noch nicht zu den Regionen verschmolzen, und es gleichen die Larven durch die homonome Segmentirung, dann auch in Bewegung und Lebensweise der Anneliden. Die Metamorphose kann aber auch eine *rückschreitende* sein, indem die freischwimmenden Larven mit Sinnesorganen und Extremitäten versehen sind, im Verlaufe ihrer weiteren Entwicklung jedoch parasitisch werden, Augen, sowie Locomotionsorgane verlieren und zu ungegliederten bizarren (Lernaeen) oder entozoenähnlichen Formen sich umbilden (Rhizocephalen, Pentastomiden).

Wie überhaupt die wasserbewohnenden, durch Kiemen athmenden Thiere eine tiefere, genetisch ältere Stellung einnehmen, so sind auch unter den Arthropoden die *Branchiaten (Crustaceen)* die älteren, die *Tracheaten* die jüngeren Typen. Wenn es schon lange Zeit mit Bezug auf die Uebereinstimmung in Gestaltung und Organisation, auf Lage von Darm und Nervensystem, Gehirn und Bauchganglienkette kaum zweifelhaft sein konnte, dass die Arthropoden von den Anneliden phylogenetisch abzuleiten sind, so hat diese Auffassung durch die genauere Kenntniss der als Onychophoren früher für Anneliden gehaltenen, nunmehr als annelidenähnliche Arthropoden erwiesenen Peripatiden, sowie in dem Nachweise *segmentaler Nephridien*, bei Crustaceen und Arachnoideen eine wichtige Stütze und Bestätigung erhalten.

Doch sind es vier verschiedene, von einander divergirende Reihen, denen die Arthropodenclassen angehören: 1. Die Onychophoren, 2. die der Crustaceen; 3. die der Arachnoideen, ausgehend von den Paläostraken; 4. die der Antennaten, die Myriopoden und Insecten.

I. Classe. **Crustacea**[1], **Krebse.**

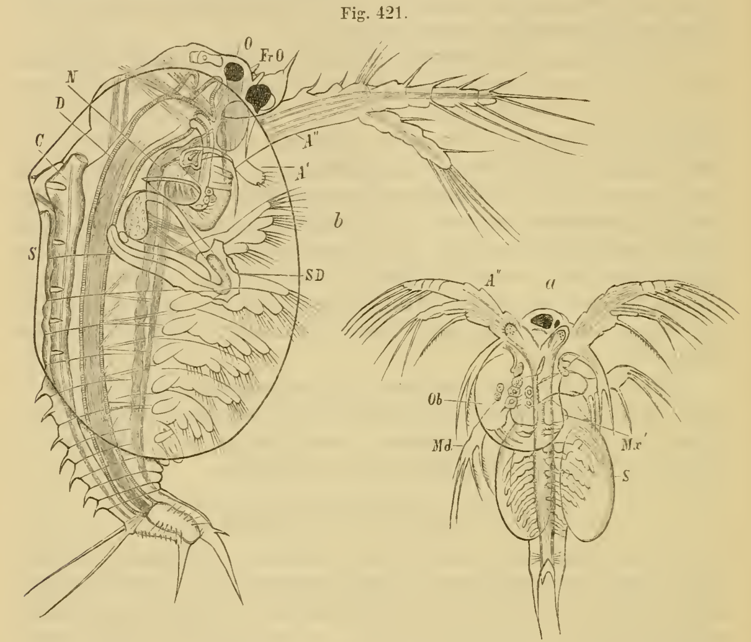
Wasserbewohnende, durch Kiemen athmende Arthropoden mit zwei Antennenpaaren am Kopfe und zahlreichen Beinpaaren am Thorax und auch am Abdomen, mit Antennen- und Schalendrüse. Entwicklung mittelst Naupliuslarve.

Die Crustaceen, deren Namen von der oft harten, durch Kalksalze incrustirten Körperhaut entlehnt ist und lediglich für die grösseren Malacostraken passt, bewohnen vorwiegend das Wasser und nur in vereinzelten Ausnahmen das Land. Als wichtiger Charakter ist die grosse Zahl von Gliedmassenpaaren hervorzuheben, welche mit Ausnahme der Vorderfühler oder vorderen Antennen (Antennulae) aus zweiästigen Spaltfüssen des Rumpfes hervorgegangen sind.

[1]) Milne Edwards, Histoire naturelle des Crustacés. 3 Vol. und Atlas. 1838—1840. C. Claus, Untersuchungen zur Erforschung der genealogischen Grundlage des Crustaceensystems. Wien 1876. Derselbe, Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten aus dem zool. Institut der Universität Wien. Tom. VI, 1886.

In die Bildung des Kopfes treten ausser dem, von dem Stirnlappen der Anneliden abzuleitenden, Augen und Vorderfühler tragenden Stirnabschnitt vier nachfolgende, mit jenem und unter einander verschmolzene Rumpfsegmente ein, deren Gliedmassen die ursprünglich dem Mundsegmente angehörigen, über dieses hinaus nach vorne gerückten hinteren Antennen, sowie die Mandibeln und zwei Maxillenpaare sind. Häufig verschmilzt jedoch diese als Kopf zu unterscheidende Region mit einem oder zahlreichen nachfolgenden Segmenten des Mittelleibes oder Thorax zu einem dann als *Kopfbruststück* oder *Cephalothorax* zu bezeichnenden Abschnitt.

Fig. 421.



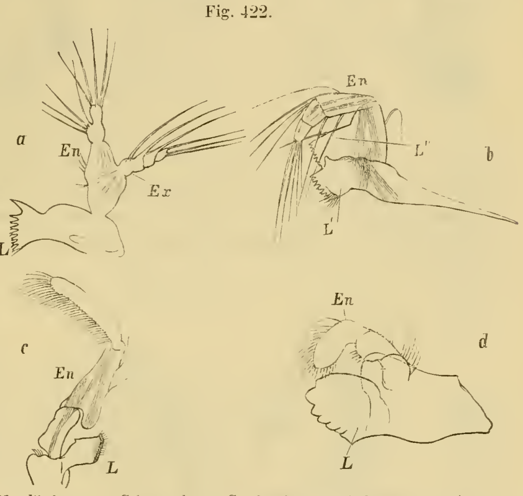
Larve von *Estheria*. *a* Jüngeres Stadium. Die in der Maxillarregion entwickelten Duplicaturen überwachsen als zwei Schalenklappen den Thorax. *b* Weiter vorgeschrittenes Stadium. Die Schalen haben auch den Kopf überwachsen. *A'* Antennula, *A''* (zweite) Antenne, *Md* Mandibel, *Ob* Oberlippe, *C* Herz, *SD* Schalendrüse, *D* Darm, *N* Nervensystem, *FrO* Frontalorgan, *O* Medianauge.

Die Gliedmassen des Mittelleibes, die Thoracalfüsse, erweisen sich dem verschiedenen Gebrauche entsprechend überaus verschieden gestaltet, und oft stehen insbesondere da, wo ein Cephalothorax vorhanden ist, ein oder mehrere vordere Paare als sogenannte Beikiefer oder Kieferfüsse in Beziehung zur Nahrungsaufnahme. Die Verschmelzung der Leibessegmente kann aber auch eine sehr ausgedehnte sein und sich nicht nur auf eine festere Vereinigung fast sämmtlicher Brustsegmente unter einem Kopfbrustschilde (Deca-

poden) erstrecken, sondern auch die des Abdomens betreffen (Isopoden). Von grosser Bedeutung ist eine am Rücken und den Seiten der Maxillarregion auftretende Hautduplicatur, welche in Form eines einfachen oder zweiklappigen Schildes (Schale) den Thorax und das Abdomen, sowie, im Falle der Ausbildung zu zwei muschelähnlichen Schalenklappen, auch den Kopf überwächst (Fig. 421 *a* und *b*). Im Extrem kann sich diese Duplicatur zu einem mantelähnlichen Sack gestalten, welcher den Körper umhüllt (Rhizocephalen) und durch Einlagerung von Kalkplatten eine gewisse Aehnlichkeit mit Muscheln vortäuscht (Cirripedien).

Am Kopfe heften sich zwei, gewöhnlich als Sinnesorgane fungirende Fühlerpaare an, die aber auch zugleich als Bewegungsorgane oder zum Ergreifen und Anklammern dienen können. Von denselben sind die Vorderantennen nicht ohneweiteres auf die Gliederungsform, welche für alle nachfolgenden Gliedmassenpaare als modificirte Rumpffüsse massgebend ist, zurückzuführen, da sie ursprünglich eine einzige Gliederreihe repräsentiren (Fig. 436 *A'*), an der freilich secundär Nebenäste hervorwachsen können.

Fig. 422.



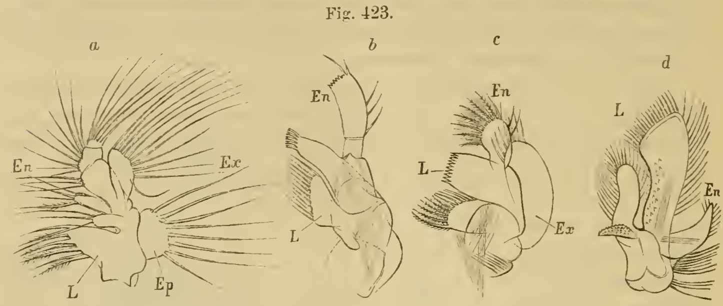
Mandibeln *a* von *Calanus*, *b* von *Conchoecia*, *c* von *Nebalia*, *d* von *Astacus*, *L* Kaulade, *En* Endopodit, *Ex* Exopodit. Bei *Conchoecia* findet sich auch am ersten Gliede des Endopoditen (Taster) eine Kaulade (*L'*).

Für sämmtliche folgende, auf postorale Segmente beziehbare Gliedmassen kann die zweiästige Extremität der Naupliuslarve als Grundform gelten, welche aus einem zweigliedrigen, mit medianen Hakenfortsätzen bewaffneten Stamm *(Protopodit)*, einem die Gliederreihe des Stammes fortsetzenden Innenast *(Entopoditen)* und lateral wärts am zweiten Stammglied entspringenden Aussenast *(Exopodit)* (Fig. 421 *a* und *b*, *A''*) besteht. In vielen, besonders den höheren Formengruppen, verliert die Antenne den Nebenast oder bildet denselben zu einer Schuppe um, wie überhaupt die Gestaltung dieser Gliedmassen grosse Verschiedenheiten bietet.

Es folgen dann die zu Mundwerkzeugen umgestalteten Gliedmassen, die *Mandibeln* und zwei Paare von *Maxillen*. Die ersteren gruppiren sich zu den Seiten einer meist helmförmig die Mundöffnung überragenden *Oberlippe*, unter

welcher häufig eine kleine als *Unterlippe* unterschiedene, zwei tasterähnliche Lappen *(Paragnathen)* tragende Platte liegt und mit der ersteren eine die Kaufortsätze der Mandibeln aufnehmende Atrialhöhle umgrenzt. Die Mandibeln bilden meist einfache, aber feste und harte, bezahnte Kauplatten (Fig. 422), welche morphologisch dem Coxalgliede der Gliedmasse entsprechen, deren nachfolgende Glieder einen tasterartigen Anhang *(Mandibulartaster)*

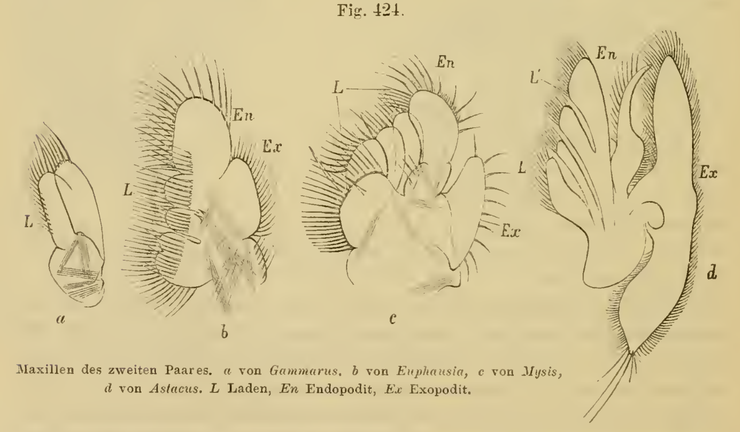
Fig. 423.



Maxillen des ersten Paares. *a* von *Calanus*, *b* von *Gammarus*, *c* von *Euphausia*, *d* von *Astacus*. *L* Laden, *En* Endopodit, *Ex* Exopodit, *Ep* Epipodialplatte.

darstellen. Viel schwächer, aber mit mehreren Laden versehen, erweisen sich die zwei Paare Unterkiefer, *Maxillae*. Dieselben charakterisiren sich durch das Auftreten von Kaufortsätzen (Laden) des Stammes, an welchem der Endo-

Fig. 424.



Maxillen des zweiten Paares. *a* von *Gammarus*. *b* von *Euphausia*, *c* von *Mysis*, *d* von *Astacus*. *L* Laden, *En* Endopodit, *Ex* Exopodit.

podit und Exopodit meist als beinförmige Tasteranhänge oder fächerartige Platten erhalten sind (Fig. 423 und 424).

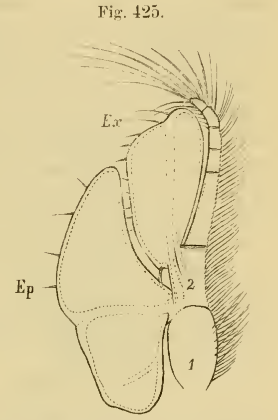
Ausnahmsweise (Calaniden) kann auch ein Epipodialanhang. der bei den höheren Krebsen erst an den Thoracalfüssen auftritt und zu der Entwicklung von Kiemen in Beziehung steht, vorhanden sein (Fig. 423*a*). Die

Maxillen des zweiten Paares erweisen sich meist als vereinfachte Wiederholungen der ersteren, können jedoch auch bedeutender abweichen.

Die Thoracalbeine gestatten die gleiche Zurückführung auf einen zweigliedrigen Schaft mit Endopoditen und Exopoditen, doch kommt am Basalglied des Schaftes noch ein Epipodialanhang, Epipodit, sowie ein oder mehrere als Kiemen fungirende Anhänge hinzu (Fig. 425). Die vorderen Paare dieser Gliedmassen bilden Ober- und Unterlippe nicht selten zu einem Saugschnabel um, in welchem die stiletförmigen Mandibeln als Stechwaffen liegen.

Thoracalbeine treten oft in ihren vorderen Paaren in Beziehung zur Nahrungsaufnahme und sind dann dem Munde genäherte, nach vorne gerückte sog. Kieferfüsse *(Pedes maxillares)*. Sie können aber auch unter einander im Wesentlichen gleichgestaltet bleiben und dienen dann sämmtlich vornehmlich zur Herbeistrudelung der Nahrung und zur Locomotion *(Nebalia)*. Indessen bieten sie nach der besonderen Lebensweise und Bewegungsart eine äusserst mannigfaltige Gestaltung; dieselben sind breite, blattförmige Schwimmfüsse (Phyllopoden) oder zweiästige Ruderfüsse (Copepoden), sie können als Rankenfüsse (Cirripedien) zum Strudeln dienen, oder zum Kriechen, Gehen und Laufen (Isopoden, Decapoden) eingerichtet sein. Im letzteren Falle endigen einige von ihnen mit Haken oder Scheeren.

Fig. 425.



Brustfuss von *Nebalia*. *1, 2* die Glieder des Schaftes (Protopodit), in ihrer Verlängerung der Endopodit, *Ex* Exopodit, *Ep* Epipodit.

Die Gliedmassen des Hinterleibes endlich, welcher häufig in toto bewegt wird und zur Unterstützung der Locomotion dient, sind von jenen des Mittelleibes verschieden und entweder ausschliesslich Locomotionsorgane, Spring- und Schwimmfüsse (Amphipoden), oder sie dienen mit ihren Anhängen zur Respiration, auch wohl zum Tragen der Eier und zur Begattung (Decapoden).

Nicht minder verschieden als die äussere Form und der Körperbau verhält sich die innere Organisation. Das *Nervensystem* besteht bei den niederen Formen oft aus einer nicht weiter gegliederten Ganglienmasse in der Umgebung des Schlundes, welche sowohl dem Gehirn als dem Bauchmark entspricht und alle Nerven entsendet. Bei den höheren Krebsen ist ein gesondertes Gehirn und eine meist gestreckte, sehr verschieden gestaltete Bauchganglienkette, sowie stets ein reiches Geflecht von Eingeweidenerven und Ganglien des Sympathicus vorhanden. Von *Sinnesorganen* sind Augen am meisten verbreitet, entweder als einfache Punktaugen (unpaare oder paarige), oder als zusammengesetzte Augen mit glatter oder facettirter Hornhaut, im letzteren

Falle oft in die beweglich abgesetzten Seitentheile des Kopfes *(Stielaugen)* hineingerückt. Auch *Gehörorgane* kommen vor, meist im Basalgliede der ersten Antennen, selten in den Schwanzplatten am hinteren Leibesende *(Mysis)*. Zur Vermittlung wahrscheinlich der *Geruchsempfindung* dienen zarte Haare und Schläuche der vorderen Antennen.

Der *Verdauungscanal* erstreckt sich in der Regel in gerader Richtung vom Mund zu dem am hinteren Leibesende gelegenen After. Bei den höheren Formen erweitert sich die Speiseröhre vor dem Mitteldarme in einen mit Chitinplatten bewaffneten Vormagen. Am langen Mitteldarme sitzen einfache oder ramificirte Leberschläuche auf.

Als *harnabsondernde* Organe betrachtet man die an der Basis der hinteren Antennen ausmündende Drüse *(Antennendrüse)* der Malacostraken, welche unter den Entomostraken nur im Larvenleben auftritt und später rückgebildet wird. Dieselbe Bedeutung hat ein zweites Paar gewundener Drüsenschläuche, welches man gleich dem ersteren auf ein segmentales Nephridienpaar der Anneliden zurückführt. Dieses hat seinem Namen *Schalendrüse* wegen der Ausbreitung im Schalenraum und kommt in besonderer Ausbildung bei den Entomostraken vor, fehlt jedoch auch bei den Malacostraken keineswegs überall. Es können aber auch am Darmcanal kurze, den Malpighi'schen Gefässen analoge harnabsondernde Schläuche vorkommen (Brachyuren, Amphipoden).

Die *Kreislaufsorgane* treten in sehr verschiedenen Formen auf, von der grössten Vereinfachung bis zur höchsten Complication eines fast geschlossenen Systems arterieller Gefässe und venöser Blutbahnen. Das Blut ist meist farblos, zuweilen grün, selbst roth gefärbt und enthält in der Regel zellige Blutkörperchen.

Athmungsorgane fehlen entweder völlig oder sind Kiemenschläuche am Basalgliede der Brustfüsse oder an den Füssen des Abdomens; im ersteren Falle können dieselben in einem besonderen, durch eine Integumentduplicatur (Schale) gebildeten Kiemenraume an den Seiten des Cephalothorax verdeckt und umschlossen liegen.

Mit Ausnahme der hermaphroditischen Cirripedien und Fischasseln sind die Krebse getrennten Geschlechts. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane münden meist an der Grenze von Brust und Abdomen, entweder am letzten, beziehungsweise am drittletzten Brustringe, oder am ersten Abdominalsegmente. Beide Geschlechter unterscheiden sich auch in der Regel durch eine Reihe von äusseren Merkmalen. Die Männchen sind kleiner, zuweilen zwergartig und dann, Parasiten vergleichbar, an dem Weibchen befestigt; dieselben besitzen fast durchwegs Einrichtungen zum Festhalten des Weibchens und zum Ankleben der Samenschläuche während der Begattung. Die grösseren Weibchen dagegen tragen häufig die Eier in Säckchen mit sich herum, deren Hüllen sie mittelst des Secretes von Kittdrüsen bereiten.

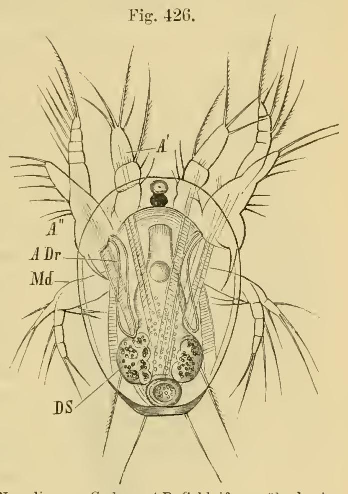
Die *Entwicklung* erfolgt entweder durch Metamorphose, welche zuweilen eine rückschreitende ist, oder auf directem Wege, indem die Jungen bereits

in der Körperform der Eltern das Ei verlassen. Als Ausgangspunkt ist die als *Nauplius* bekannte Larve von grosser, jedoch nicht phyletischer Bedeutung (Fig. 426). Diese Larve besitzt einen ovalen Leib mit dreitheiligem Medianauge und drei Gliedmassenpaaren für Tastempfindung, Nahrungsaufnahme und Locomotion. Diese Gliedmassen entsprechen den späteren Antennen und Mandibeln; die vorderen, welche zu den Sinnesantennen werden, sind einästig, die beiden anderen tragen auf einem breiteren Schafte zwei Aeste (Endopodit und Exopodit).

Man wird die zahlreichen Ordnungen, welche von einer Stammgruppe der hypothetischen *Protostraken* abzuleiten sind, in zwei als Unterclassen zu trennende Reihen ordnen können.

In die erstere werden als *Entomostraca* (O. Fr. Müller) die kleinen einfacher organisirten Crustaceen von überaus variirender Zahl und Gestaltung der Gliedmassen zusammengefasst, die Ordnungen der *Phyllopoden, Ostracoden, Copepoden, Cirripedien* nebst *Rhizocephalen*. Dieselben besitzen eine Schalendrüse und beginnen in ihrer Entwicklung mit der *Nauplius*larve. Stets findet sich das dreitheilige *Medianauge*[1]) erhalten.

Fig. 426.



Nauplius von *Cyclops*. *A Dr* Schleifencanäle der Antennendrüse, *A'*, *A''*, *Md* die drei den Antennen und der Mandibel entsprechenden Gliedmassenpaare, *DS* Darmaussackungen mit Harnzellen.

Denselben stehen als *Malacostraca* (Aristoteles) die durch eine bestimmte Zahl von Leibessegmenten und Gliedmassen charakterisirten höheren Crustaceen gegenüber, die Ordnungen der *Arthrostraca (Amphipoden* und *Isopoden)* und *Thoracostraca (Cumaceen, Stomatopoden, Schizopoden* und *Decapoden).* Auch hier kann die Schalendrüse erhalten sein, wenngleich die Antennendrüse eine verhältnissmässig grössere Verbreitung und Ausbildung gewinnt. Meist beginnt die freie Entwicklung mit dem Larvenstadium der *Zoea*, doch kann auch die Naupliusform als jüngste Larve auftreten.

Dazu kommt die seither mit Unrecht unter die Phyllopoden aufgenommene Gattung *Nebalia,* welche man als Repräsentant einer alten, die Phyllopoden und Malacostraken verbindenden Gruppe betrachten und als *Leptostraca* unterscheiden kann. Mit derselben dürften die paläozoischen Gattungen *Dictyocaris, Hymenocaris, Ceratiocaris* etc. *(Palaeocariden)* zu vereinigen sein.

---

[1]) Vergl. C. Claus, Das Medianauge der Crustaceen. Arbeiten aus dem zoolog. Institute, Wien 1891, Tom. VIII.

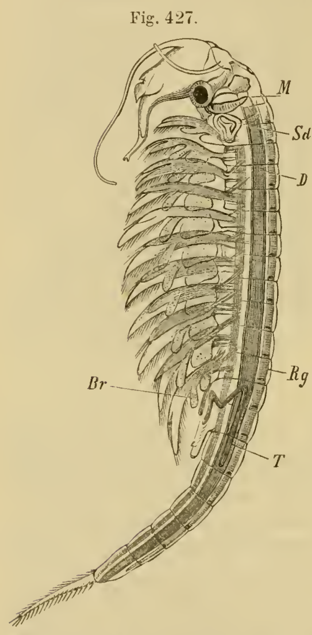
Den Crustaceen haben wir noch als *Palaeostraca* eine Anzahl grossentheils fossiler und schon den ältesten Formationen angehöriger Formengruppen anzuschliessen, deren Entwicklung keinen zuverlässigen Rest der für die Crustaceen (im engeren Sinne) so bedeutungsvollen *Nauplius*form aufweist, während sich mit grosser Wahrscheinlichkeit Verwandtschaftsbeziehungen zu den *Arachnoideen* feststellen lassen. Es sind die Ordnungen der *Merostomen* und *Xiphosuren*, sowie die *Trilobiten*.

I. Unterclasse. **Entomostraca.**

1. Ordnung. **Phyllopoda**[1]**, Phyllopoden.**

Crustaceen von meist gestrecktem, oft deutlich gegliedertem Körper, mit oder ohne Schalenduplicatur, mit tasterloser Mandibel und rudimentären Maxillen, mit wenigstens vier, meist mit zahlreichen Paaren von blattförmigen, gelappten Schwimmfüssen.

Fig. 427.



Männchen von *Branchipus stagnalis*. *Rg* Herz oder Rückengefäss, dessen Spaltöffnungen sich in jedem Segmente wiederholen, *D* Darm, *M* Mandibel, *Sd* Schalendrüse, *Br* Kiemenanhang der 11 Beinpaare, *T* Hoden.

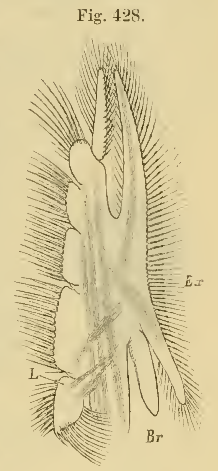
Crustaceen von geringer Körpergrösse, welche in der Bildung ihrer blattförmigen, gelappten Beine übereinstimmen, in der Zahl der Leibessegmente und Extremitäten, sowie in der inneren Organisation mannigfach abweichen. Nach ihrer Organisation und Entwicklung scheinen dieselben als die am wenigsten veränderten Abkömmlinge alter Typen betrachtet werden zu können. Der Leib ist entweder cylindrisch, langgestreckt und deutlich segmentirt, ohne freie Hautduplicatur, z. B. *Branchipus* (Fig. 427), oder von einem breiten und abgeflachten Schilde bedeckt, welcher nur den hinteren Theil des ebenfalls deutlich segmentirten Leibes frei hervortreten lässt, z. B. *Apus* (Fig. 429). In anderen Fällen ist der Körper seitlich comprimirt und von einer zweiklappigen Schale umschlossen, aus welcher der Vordertheil des Kopfes hervorragt, Cladoceren, oder der seitlich comprimirte Körper wird vom Rücken aus vollständig von einer zweiklappigen

[1]) Ausser den älteren Werken von O. Fr. Müller, Jurine, M. Edwards, vergl. Zaddach, De Apodis cancriformis anatome et historia evolutionis. Bonnae 1841. E. Grube, Bemerkungen über die Phyllopoden. Archiv für Naturgesch. 1853 und 1855. Fr. Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen 1860.

Schale überwachsen, Estheriden. Zuweilen setzt sich der Kopf schärfer ab, während Mittelleib und Abdomen weniger bestimmt abzugrenzen sind. Meist bleiben nur die hinteren Segmente gliedmassenlos. Sehr oft endet der Hinterleib mit einem ventralwärts nach vorne umgebogenen Abschnitt, welcher an den Seiten des hinteren Randes zwei Reihen nach hinten gerichteter Krallen trägt, von denen die beiden letzten, an der Spitze des Schwanzanhanges entspringenden bei weitem am stärksten sind. In anderen Fällen sind zwei flossenförmige Furcalglieder vorhanden.

Am Kopfe finden wir zwei Antennenpaare, welche jedoch am erwachsenen Thiere theils rückgebildet, theils in eigenthümlicher Weise umgeformt sein können. Die vorderen, schlechthin als Spürantennen bezeichnet, bleiben klein und sind die Träger der zarten Geruchsfäden. Die hinteren Antennen sind häufig grosse zweiästige Ruderarme, können aber auch beim Männchen Greiforgane sein *(Branchipus)*. In anderen Fällen *(Apus)* verkümmern sie und fallen ganz weg. Von Mundwerkzeugen unterscheidet man überall unterhalb der ansehnlichen Oberlippe zwei breite verhornte, im ausgebildeten Zustande stets *tasterlose* Mandibeln mit bezähnter Kaufläche, denen noch ein oder zwei Paare von schwachen Maxillen folgen. Letztere entbehren der Gliederung und sind meist einfache Ladenplatten. Am Thorax finden sich meist zahlreiche Beinpaare, welche sich nach dem hinteren Körperende zu verjüngen. Dieselben sind blattförmig gelappte zweiästige Schwimmfüsse und dienen zugleich durch Strudelung als Hilfswerkzeuge der Nahrungsaufnahme. Auf den kurzen, meist mit einem Kieferfortsatze versehenen Basalabschnitt folgt ein langer blattförmiger Stamm mit Borsten am Innenrand. Derselbe setzt sich direct in den mehrfach gelappten inneren Ast (Endopodit) fort und trägt an seiner Aussenseite den borstenrandigen, meist zweizipfligen äusseren Fussast (Exopodit), sowie nahe seiner Basis ein schlauchförmiges Kiemensäckchen (Fig. 428). Indessen können die vorderen, ja sogar sämmtliche Beinpaare *(Leptodora)* auch Greiffüsse sein und der Kiemenanhänge entbehren.

Fig. 428.



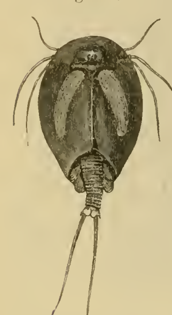
Schwimmfuss von *Estheria*. Die beiden Stammglieder mit den Ladenfortsätzen (*L*), *En* gelappter Endopodit, *Ex* Exopodit, *Br* Branchialsäckchen.

Ueberall ist ein grosses, zuweilen median verschmolzenes Augenpaar vorhanden, neben dem das kleine mediane Entomostrakenauge persistirt. Vor dem letzteren erheben sich zwei frontale Sinnesborsten (Frontalorgane). Ein eigenthümlicher Sinnesapparat findet sich in der Stirn- *(Branchipus)* oder Nackengegend (Cladoceren). Das Bauchmark ist meist eine strickleiterförmige Ganglienkette. Die Nerven des zweiten Antennenpaares entspringen unterhalb des Schlundes oder an der Schlundcommissur. Ein sack-

förmiges oder gekammertes Herz regulirt den Kreislauf. Stets findet sich eine in Windungen zusammengelegte *Schalendrüse,* welche an der hinteren Maxille ausmündet. Zur *Respiration* dient die durch die Schalenduplicatur, sowie durch die blattförmigen Schwimmfüsse sehr vergrösserte Oberfläche des Körpers, ferner die Oberfläche der Branchialsäckchen.

Die Phyllopoden sind getrennten Geschlechts. Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen durch den Bau der grösseren und mit Riechhaaren reicher besetzten vorderen Antennen und auch wohl durch die vorderen, mit Greifhaken bewaffneten Schwimmfüsse. Im Allgemeinen treten die Männchen minder häufig und in der Regel nur in bestimmten Jahreszeiten auf. Indessen vermögen die Weibchen der Cladoceren auch ohne Begattung und Befruchtung Eier zu produciren, welche als sog. Sommereier spontan zur Entwicklung gelangen und zur Entstehung mehrerer der männlichen Thiere entbehrenden Generationen führen. Auch bei einzelnen Gattungen von Branchiopoden ist Parthenogenese Regel, z. B. bei *Artemia* und bei *Apus,* dessen Männchen erst seit wenigen Jahren bekannt sind. Meist tragen die Weibchen die abgelegten Eier an besonderen Anhängen oder auf der Rückenfläche in einem Brutraum unter der Schale mit sich herum. Die ausschlüpfenden Jungen besitzen entweder bereits die Form des ausgewachsenen Geschlechtsthieres (Cladoceren), oder durchlaufen eine complicirte Metamorphose, indem sie als Naupliuslarven mit drei Gliedmassenpaaren die Eihülle verlassen (Branchiopoden).

Fig. 429.



Apus cancriformis.

Die Phyllopoden bewohnen zum kleineren Theile das Meer, leben vielmehr vorzugsweise in stehenden Süsswasserlachen, einzelne auch in Salzlachen und sind über alle Welttheile verbreitet.

1. Unterordnung. *Branchiopoda* [1]), *Branchiopoden. Phyllopoden mit deutlich segmentirtem Körper, oft von einer flachen schildförmigen oder seitlich comprimirten zweiklappigen Schale umschlossen, mit 10 bis etwa 30 und mehr Paaren von blattförmigen Schwimmfüssen, an denen sich stets Kiemensäckchen finden.*

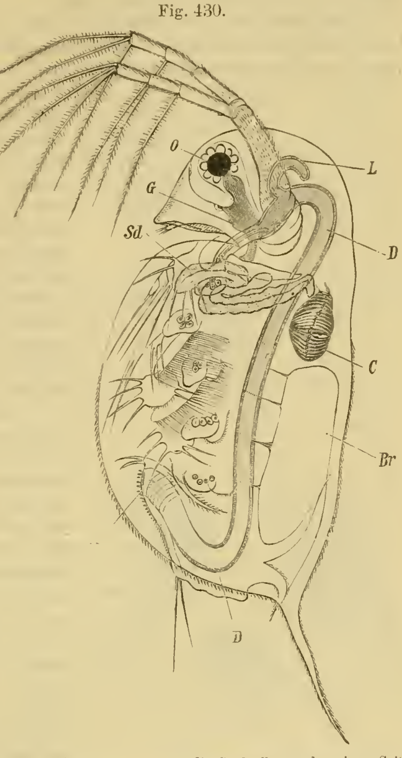
Der Darmcanal besitzt zwei seitliche, seltener kurze und schlauchförmige, in der Regel traubig verästelte Leberanhänge. Das Herz erscheint als gestrecktes Rückengefäss mit zahlreichen Paaren seitlicher Spaltöffnungen und kann sich durch die ganze Länge von Brust und Hinterleib erstrecken. Die stets paarigen, zu den Seiten des Darmcanals gelegenen Geschlechtsorgane münden an der Grenze von Brust und Abdomen. Im weiblichen Geschlechte sind es kleine Spaltöffnungen, im männlichen Geschlechte können sich an die Ausmündungsstellen vorstülpbare Begattungsorgane anschliessen *(Branchipus).*

---

[1]) Schäffer, Der krebsartige Kieferfuss etc. Regensburg 1856. A. Kozubowski, Ueber den männlichen Apus cancriformis. Archiv für Naturgesch., Tom. XXIII, 1857. C. Claus, Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von Branchipus und Apus etc. Göttingen 1873. Derselbe, Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von Branchipus und Artemia. Arbeiten aus dem zoolog. Institute. Wien, Tom. VI, 1886. A. S. Packard, A monograph of North American Phyllopod Crustacea. Washington 1883.

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen durch die Bewaffnung der vorderen Beinpaare mit Greifhaken, sowie durch die Grösse der Vorderfühler (Fig. 427), zuweilen auch durch die Umbildung der hinteren Antennen zu Greifwerkzeugen *(Branchipus)*. Auffallend ist bei den einzelnen Gattungen das seltene Vorkommen der Männchen, die nur unter gewissen Bedingungen in bestimmten Generationen aufzutreten scheinen, mit denen parthenogenetisch sich fortpflanzende Generationen wechseln. Die Eier entwickeln sich allgemein unter dem Schutze des mütterlichen Körpers, entweder in einer taschenförmigen Erweiterung des Oviductes *(Branchipus)*, oder zwischen den Schalen des Mutterthieres an fadenförmigen *(Estheria)*, oder in sackähnlichen *(Apus)* Anhängen bestimmter (9. bis 11.) Beinpaare getragen. Dieselben durchlaufen, soweit bekannt, eine totale Dotterfurchung und schlüpfen als Naupliuslarven mit drei Gliedmassenpaaren aus, von denen jedoch die vorderen (die späteren Vorderfühler) bei den *Estheriden* nur schwache, mit einer Borste besetzte Erhebungen darstellen, die des dritten Paares dagegen bei *Apus* klein und verkümmert sind.

Fig. 430.



Daphnia. C Herz; man sieht die Spaltöffnung der einen Seite. *D* Darmcanal, *L* Leberkörnchen, *A* After, *G* Gehirn, *O* Auge, *Sd* Schalendrüse, *Br* Brutraum unter der Schalenduplicatur des Rückens.

Die Branchiopoden gehören fast durchwegs den Binnengewässern an und leben vornehmlich in seichten Süsswasserlachen, nach deren Austrocknung die im Schlamme eingetrockneten Eier entwicklungsfähig bleiben. Einzelne Arten, wie *Artemia salina*, werden in Salzlachen gefunden.

Branchipus pisciformis Schäff. = *B. stagnalis* L. (Fig. 427), ohne Schale, in Lachen Deutschlands zugleich mit *Apus cancriformis*. *B. diaphanus* Prév., Frankreich. *Artemia salina* L. in Salzlachen bei Triest, Montpellier. Legen bald hartschalige Eier ab, bald gebären sie lebendige Junge. *Apus cancriformis* Schäff. (Fig. 429), mit schildförmiger Schale, Deutschland. Die seltenen Männchen sind an der normalen Gestaltung des 11. Beinpaares kenntlich. Leben in Pfützen und Süsswasserlachen mit *Branchipus* vergesellschaftet. *Estheria cycladoides* Joly, mit vollständiger Schale.

2. Unterordnung. *Cladocera*[1]), *Wasserflöhe. Kleine, seitlich comprimirte Phyllo-*

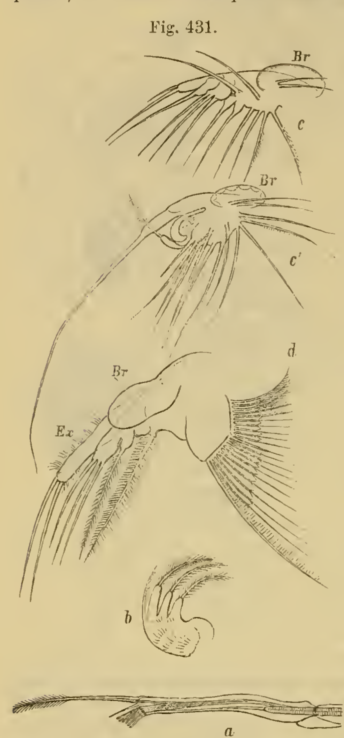
---

[1]) Ausser dem bereits citirten Werke von F. Leydig vergl. H. E. Strauss-Dürkheim, Mémoire sur les Daphnia de la classe des Crustacés. Mém. du Mus. d'hist. nat., Tom. V u. VI, 1819 u. 1820. P. E. Müller, Bidrag til Cladocerernes Fortplantning-historie. Kjöbenhavn, 1868. G. O. Sars, Om en dimorph Udvikling samt Generationsvexel hos Lepto-

poden, deren Körper bis auf den frei hervortretenden Kopf meist von einer zweiklappigen Schale umschlossen wird, mit grossen Ruderantennen und 4—6 Paaren von Schwimmfüssen. Die Kiemensäckchen fehlen häufig.

Die Cladoceren sind die kleineren, einfach organisirten Phyllopoden, zu deren Ableitung die Jugendformen der beschalten Branchiopoden, die Estherienlarven mit sechs Beinpaaren, die besten Anhaltspunkte bieten. Den vorderen kurzen Spürantennen gegenüber sind die hinteren Antennen zu zweiästigen, mit zahlreichen langen Borsten besetzten Ruderarmen umgebildet. Die 4—6 Beinpaare sind nicht immer sämmtlich blattförmige Schwimmbeine (Fig. 431), sondern in vielen Fällen cylindrische Schreit- und Greiffüsse. Das ventralwärts umgeschlagene Abdomen des Weibchens besitzt an seiner Rückenseite mehrere Höcker zum Abschluss des Brutraumes und besteht meist aus drei Segmenten nebst dem mit Hakenreihen besetzten analen Endabschnitt. Der letztere beginnt mit zwei dorsalen Tastborsten und endet mit zwei als Furca zu deutenden Haken, die auch griffelförmig gestaltet sein können (Fig. 430).

Fig. 431.



a Vordere Antenne des Männchens von *Daphnia*. *b* Maxille. *c* Erstes Bein des Weibchens. *c'* Dasselbe des Männchens. *d* Ein Bein des zweiten Paares. *Br* Branchialsäckchen, *Ex* Exopodit.

Die innere Organisation erscheint der geringen Körpergrösse entsprechend vereinfacht. Die *zusammengesetzten Augen* verschmelzen in der Mittellinie zu einem grossen, in zitternder Bewegung begriffenen Stirnauge, unter welchem das Medianauge in verschiedener Form erhalten bleibt. Als besonderer, nicht näher bestimmbarer Sinnesapparat tritt ein Complex von Ganglienzellen in der Nackengegend auf. Das *Herz* besitzt eine ovale sackförmige Gestalt mit zwei venösen quergestellten Seitenostien und einer vorderen arteriellen Oeffnung und contrahirt sich äusserst rasch in rhythmischen Pulsationen. Trotz des Mangels von Arterien und Venen vollzieht sich der Kreislauf der mit amöboiden Zellen erfüllten Blutflüssigkeit in regelmässigen Bahnen. Ueberall findet sich die schleifenförmig gewundene Schalendrüse. Minder verbreitet ist die als Haftorgan fungirende *Nackendrüse*. Die *Sexualdrüsen* liegen im Thorax als paarige Schläuche zu den Seiten des Darmes. In den Ovarien sondern sich Gruppen von je vier Eizellen, von denen eine (die dritte vom Keimlager aus) zum Ei wird, während die übrigen als Nährzellen zur Bildung von Nährmaterial des stark wachsenden und Fettkugeln aufnehmenden Eies verbraucht werden. Das Ovarium geht direct in den Oviduct über, welcher dorsalwärts in den Brutraum unterhalb

---

dora. Vidensk. Selsk. Forh., 1873. A. Weismann, Beiträge zur Kenntniss der Daphnoiden, I—VII. Zeitschr. f. wiss. Zool., Tom. XXVII, XXVIII, XXX Suppl. und XXXIII, 1876—1880. C. Claus, Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Ebendaselbst, Tom. XXVII, 1876. Derselbe, Zur Kenntniss des Baues und der Organisation der Polyphemiden. Wien 1877. C. Grobben, Die Embryonalentwicklung von *Moina rectirostris*. Arbeiten aus dem zool. vergl.-anat. Institut, II. Bd., Wien 1879.

der Schale einmündet. Die Hoden liegen wie die Ovarien zu den Seiten des Darmes und setzen sich in Samenleiter fort, welche ventralwärts hinter dem letzten Beinpaare oder am äussersten Ende des Leibes zuweilen auf kleinen, wohl etwas vorstülpbaren Erhebungen ausmünden.

Die kleineren Männchen erscheinen meist erst im Herbst, können indessen auch zu jeder anderen Jahreszeit auftreten, und zwar, wie neuere Beobachtungen erwiesen haben, jedesmal dann, wenn die Ernährungs- und Lebensbedingungen ungünstige werden.

So lange die Männchen fehlen, also normal im Frühjahr und Sommer, produciren die Weibchen sog. Sommereier, welche, reichlich mit Oelkugeln erfüllt und von zarter Dotterhülle umgeben, im Brutraume zwischen Schale und Rückenfläche des Mutterthieres rasch zur Entwicklung gelangen und schon nach Verlauf weniger Tage eine neue, den Brutraum verlassende Generation junger Cladoceren liefern. Die embryonale Entwicklung verläuft demgemäss unter äusserst günstigen Bedingungen, die nicht nur in dem reichen Nahrungsdotter des grossen Eies begründet sind, sondern zuweilen auch durch Ausscheidung weiteren Nährmaterials in dem Brutraum begünstigt werden.

Zur Zeit, in welcher die Männchen auftreten, beginnen die Weibchen unabhängig von der Begattung Dauereier, sog. Wintereier, zu produciren, welche sich nur nach der Befruchtung zu entwickeln vermögen. Die Zahl dieser dunkelkörnigen hartschaligen Dauereier ist immer eine relativ geringe; dafür aber sind dieselben durch bedeutenderen Umfang und reicheren Nahrungsdotter von den Sommereiern unterschieden und unter weit tiefer greifenden Resorptionsvorgängen im Ovarium entstanden. Vor dem Uebertritt der Wintereier in den Brutraum erfährt die Rückenhaut der Schale eine als Sattel *(Ephippium)* bekannte Verdickung, welche mit den Wintereiern abgeworfen wird und die schützende Bekleidung derselben bildet.

Die Daphniden leben grossentheils im süssen Wasser, einzelne Arten auch in tiefen Landseen, im Brackwasser und im Meere. Sie schwimmen hurtig und meist stossweise in Sprüngen. Einige legen sich mittelst des rückenständigen Haftorganes, der Nackendrüse, an festen Gegenständen an; in dieser fixirten Haltung des Körpers sind dann die Schwimmfüsse durch Schwingungen zur Herbeistrudelung von kleinen Nahrungskörpern befähigt.

Sida crystallina O. Fr. Müll. Die sechs lamellösen Beinpaare mit langen Schwimmborsten besetzt. Aeste der Ruderantennen zwei- bis dreigliedrig. *Daphnia* O. Fr. Müll. Fünf Beinpaare, von denen die vorderen mehr oder minder zum Greifen eingerichtet sind. Der eine Ast der Ruderantennen dreigliedrig, der andere viergliedrig. *D. pulex* De Geer. *D. sima* Liev. *Moina rectirostris* O. Fr. Müll. *Lynceus trigonellus* O. Fr. Müll. *Eurycercus lamellatus* O. Fr. Müll. *Polyphemus pediculus* De Geer. In Landseen der Schweiz, Oesterreichs und Scandinaviens. *Evadne Nordmanni* Lovén, Nordsee und Mittelmeer. *Leptodora hyalina* Lillj., in Landseen.

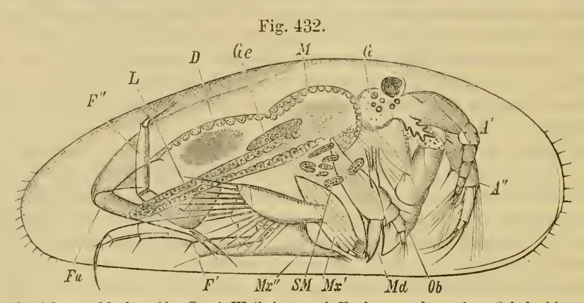
2. Ordnung. **Ostracoda** [1], **Muschelkrebse.**

Kleine, meist seitlich comprimirte Entomostraken, mit zweiklappiger Schale und sieben, als Fühler, Kiefer, Kriech- und Schwimmbeine fungirenden Gliedmassenpaaren, mit beinförmigem Mandibulartaster und paarigen Furcalgliedern oder einfacher Furcalplatte.

[1]) H. E. Strauss-Dürkheim, Mémoire sur les Cypris de la classe des Crustacés. Mém. du Mus. d'hist. nat., Tom. VII, 1821. W. Zenker, Monographie der Ostracoden. Archiv für Naturgesch., Tom. XX, 1854. G. O. Sars, Oversigt of Norges marine Ostracoder. 1865. C. Claus, Beiträge zur Kenntniss der Ostracoden. Entwicklungsgeschichte von Cypris. Marburg 1868. Derselbe, Die Halocypriden. Wien 1891. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss der Süsswasser-Ostracoden. I. und II. Arbeiten des zool. Institutes etc. Wien 1892 und 1895. G. S. Brady, A Monograph of the Recent British Ostracoda. Transact. of the Lin. Soc., Vol. XXVI. G. W. Müller, Monographie der Ostracoden. 1894.

Der Leib dieser kleinen Crustaceen entbehrt der Gliederung und liegt vollständig in einer zweiklappigen Schale eingeschlossen, deren Aehnlichkeit mit Muschelschalen zu dem Namen „Muschelkrebse" Anlass gegeben hat (Fig. 432). Beide Schalenhälften stossen längs der Mittellinie des Rückens zusammen und sind hier durch ein elastisches Ligament miteinander verbunden. Dem Bande entgegengesetzt wirkt ein Schliessmuskel, dessen Ansatzstellen an beiden Schalen als Muskeleindrücke unterschieden werden. Die gemeinsame Sehne beider Muskelköpfe liegt ziemlich in der Mitte des Körpers. An beiden Enden und längs der ventralen Seite sind die Ränder der Schalenklappen frei. Bei den marinen *Cypridiniden* findet sich an denselben eine tiefe Incisur zum Hervortreten der Antennen. Beim Oeffnen der Schalenklappen werden an der Bauchseite mehrere beinartige Gliedmassenpaare vorgestreckt, welche den Körper kriechend oder schwimmend im Wasser fortbewegen. Ebenso tritt das kurze Abdomen hervor, welches ent-

Fig. 432.



Junges, noch nicht geschlechtsreifes *Cypris*-Weibchen nach Entfernung der rechten Schalenklappe. *A'*, *A''* die Antennen des ersten und zweiten Paares, *Ob* Oberlippe, *Md* Mandibel mit beinartigem Taster. *Mx'* *Mx''* die Maxillen des ersten und zweiten Paares, *F'* Kriechfuss, *F''* Putzfuss, *Fu* Furca, *G* Gehirnganglion mit dem unpaaren Auge, *SM* Schalenmuskel, *M* Magen, *D* Darm, *L* Leberschlauch, *Ge* Genitalanlage.

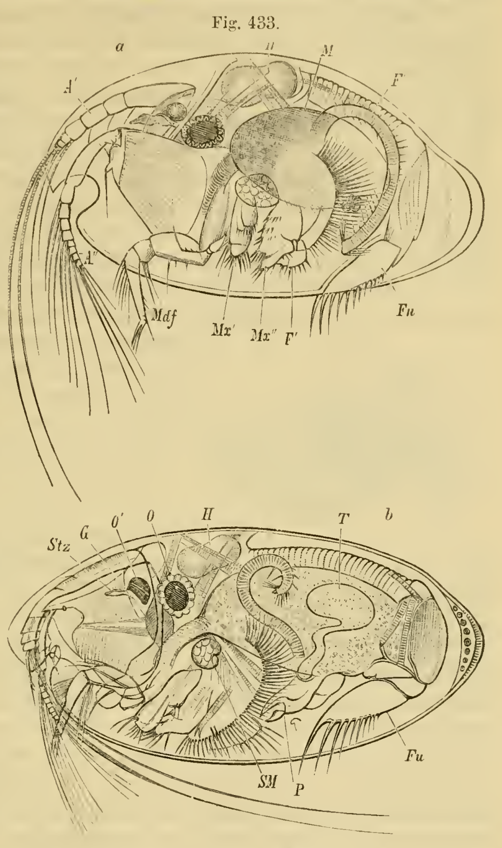
weder mit zwei Furcalgliedern *(Cypris* und *Cythere),* oder einer aus Verschmelzung dieser entstandener, am Hinterrande mit Haken bewaffneter Platte endet. (*Cypridina,* Fig. 433 *Fu.*)

Am vorderen Abschnitte des Körpers entspringen die beiden Antennenpaare, welche ihrer Verwendung nach zugleich Fühler und Kriech- oder Schwimmbeine sind. Das vordere Paar trägt bei den *Cypridiniden* und *Halocypriden* grosse Spürfäden. Die Antennen des zweiten Paares sind bei *Cypriden* und *Cytheriden* beinartig und enden mit kräftigen Hakenborsten, mit deren Hilfe sich die Thiere an fremde Gegenstände anklammern und gleichsam vor Anker legen. Bei den ausschliesslich marinen *Cypridiniden* und *Halocypriden* aber ist dieses Gliedmassenpaar ein zweiästiger Schwimmfuss, an welchen sich auf breiter triangulärer Basalplatte ein vielgliedriger, mit langen Schwimmborsten besetzter Hauptast und ein rudimentärer, im männlichen Geschlecht stärkerer und mit einem Greifhaken bewaffneter Nebenast anheften (Fig. 433).

In der Umgebung der Mundöffnung folgen unterhalb und zu den Seiten einer ansehnlichen Oberlippe zwei kräftige Mandibeln mit breitem und starkbezahntem Kaurand. Auf denselben erhebt sich je ein drei- oder viergliederiger, beinartig verlängerter Taster. Nur ausnahmsweise *(Paradoxostoma)* werden die Mandibeln zu stiletförmigen Stechwaffen und rücken in einen von Ober- und Unterlippe gebildeten Saugrüssel hinein.

Auf die Mandibeln folgen die Unterkiefer (Maxillen des ersten Paares), überall durch vorwiegende Entwicklung ihres Ladentheiles und durch Reduction des Tasters ausgezeichnet. Bei den *Cypriden* und *Cytheriden* trägt der basale Abschnitt des Unterkiefers noch eine grosse fächerförmige, mit Borsten besetzte Platte, die durch ihre Schwingungen die Function der Athmung begünstigt und dem Exopoditen entspricht. Auch an den beiden nachfolgenden Gliedmassen (des 5. und 6. Paares), welche bald zu Kiefern, bald zu Beinen umgestaltet sind, kann diese dem Exopoditen entsprechende Fächerplatte wiederkehren.

Fig. 433.



Cypridina mediterranea. a Weibchen, *b* Männchen. *M* Magen, *H* Herz, *SM* Schalenmuskel, *O* paariges Auge, *O'* unpaares Auge, *G* Gehirn, *Stz* Frontalorgan, *T* Hoden, *P* Begattungsorgan, *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Mdf* Mandibularfuss, *Mx'*, *Mx''* die beiden Maxillen, *F'*, *F''* die beiden Fusspaare, *Fu* Furcalplatte.

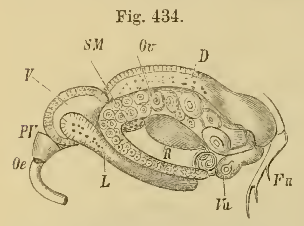
Die Gliedmasse des 6. Paares ist meist zu einem langgestreckten mehrgliedrigen Kriech- und Klammerfuss geworden, der bei den *Halocypriden* eine grosse Fächerplatte trägt. Die Gliedmasse des siebenten Paares erscheint überall beinförmig verlängert, entweder wie die vorausgehende gebildet, oder dorsalwärts

emporgerückt, aufwärts gebogen und neben einer kurzen Klaue mit quer abstehenden Endborsten besetzt. Dieselbe dient hier ebenso wie der dem siebenten Gliedmassenpaare entsprechende lange cylindrische Anhang der *Cypridiniden* als Putzfuss zur Reinhaltung der inneren Schalenhaut.

Bezüglich des inneren Baues besitzen die Ostracoden ein zweilappiges Gehirnganglion und eine Bauchkette mit dichtgedrängten Ganglienpaaren, von denen die beiden vorderen, welche die Mandibeln und Maxillen versorgen, zu einer umfangreichen unteren Schlundganglienmasse verschmolzen sind, die nachfolgenden kleineren Ganglien meist weiter auseinander gerückt liegen. Von Sinnesorganen finden sich ausser den schon erwähnten Spürfäden meist ein Frontalorgan und ein dreitheiliges Medianauge oder, wie bei den *Cypridiniden*, neben diesem zwei grössere zusammengesetzte und bewegliche Seitenaugen. Die *Halocypriden* sind augenlos. In den letzteren Familien tritt das frontale Sinnesorgan als stabförmiger Stirntentakel auf.

Der weite bei den *Cypriden* mit gezähnten Seitenleisten bewaffnete Mund führt durch eine enge Speiseröhre in einen kolbig erweiterten, als Vormagen bezeichneten Darmabschnitt, auf welchen ein weiter und langer Magendarm mit zwei langen seitlichen, zwischen die Schalenlamellen hineinragenden Leberschläuchen folgt. In den übrigen Familien verhält sich der Darm einfacher, und wenn zwei Leberschläuche vorhanden sind *(Halocypriden)*, bleiben dieselben kurze Säcke, welche nicht in die Schalenduplicatur eintreten. Der After mündet an der Basis des Hinterleibes (Fig. 434). Von besonderen Drüsen ist bei *Cythere* das Vorhandensein eines kolbig erweiterten Drüsenschlauches zu erwähnen, dessen Ausführungsgang in einen stachelähnlichen Anhang der hinteren Antennen mündet. Ein sackförmiges, von zwei seitlichen Ostien durchbrochenes Herz findet sich bei den *Cypridiniden* und *Halocypriden* am Rücken, da, wo die Schale mit dem Thiere zusammenhängt. Zur *Respiration* dient vornehmlich die Oberfläche der zarten inneren Schalenlamelle, an welcher durch die Schwingungen der fächerförmigen Athemplatten eine ununterbrochene Wasserströmung unterhalten wird. Kiemen fehlen an den Gliedmassen, dagegen kann bei *Cypridiniden* in der Nähe des Putzfusses am Rücken eine Doppelreihe von Kiemenschläuchen vorhanden sein.

Fig. 434.



Darm und Geschlechtsorgane einer weiblichen *Cypris*, nach W. Zenker. *Oe* Speiseröhre, *PV* Vormagen. *V* Magen, *D* Darm, *L* Leber, *Ov* Ovarium, *SM* Schalenmuskel, *R* Receptaculum seminis, *Vu* Vulva, *Fu* Furca.

Die Geschlechter sind durchweg getrennt und durch nicht unmerkliche Differenzen des gesammten Baues unterschieden. Die Männchen besitzen, von der stärkeren Entwicklung der Sinnesorgane abgesehen, an verschiedenen Gliedmassen, an der zweiten Antenne *(Cypridina)* oder am Kieferfusse *(Cypris)*, zum Festhalten des Weibchens dienende Einrichtungen, oder auch

zugleich ein vergrössertes Beinpaar *(Halocypriden)*. Dazu kommt überall ein umfangreiches, oft sehr complicirt gebautes *Copulationsorgan*, das auf ein umgestaltetes Gliedmassenpaar zurückzuführen sein dürfte. Für den männlichen Geschlechtsapparat, welcher jederseits aus einem kugeligen oder mehreren langgestreckten Hodenschläuchen, einem Samenleiter und dem Begattungsgliede besteht, erscheint bei *Cypris* das Vorhandensein eines sehr eigenthümlichen Ejaculationsapparates (sog. Schleimdrüse), sowie die Grösse und Form der Samenfäden bemerkenswerth (Zenker). Die Weibchen von *Cypris* besitzen zwei in die Schalenduplicatur hineinragende Ovarialschläuche, zwei Receptacula seminis und ebensoviel Geschlechtsöffnungen, welche auf zwei Erhebungen an der Basis des Hinterleibes ausmünden.

Die meisten Ostracoden legen Eier, die sie entweder an Wasserpflanzen ankleben *(Cypris)*, oder, wie *Cypridina*, zwischen den Schalen bis zum Ausschlüpfen der Jungen herumtragen. Das Vorkommen parthenogenetischer Entwicklung ist in neuerer Zeit für *Cypris* nachgewiesen worden. Die freie Entwicklung beruht bei *Cypris* auf einer complicirten Metamorphose. Die aus dem Ei ausschlüpfenden *Cypris*larven besitzen wie die *Nauplius*formen nur drei Gliedmassenpaare, sind aber seitlich stark comprimirt und bereits von einer dünnen zweiklappigen Schale umschlossen (Fig. 435). Bei den marinen Ostracoden vereinfacht sich die Entwicklung bis zum völligen Ausfall der Metamorphose.

Fig. 435.

Jüngste *Cypris*larve (Naupliusstadium). *M* Magen, *D* Darm, *SM* Schalenmuskel, *Mdf* Mandibularfuss, *A'*, *A''* Antennen.

Die Ostracoden ernähren sich vorwiegend von thierischen Stoffen. Zahlreiche fossile Formen sind fast aus allen Formationen, jedoch leider nur in ihren Schalenresten bekannt geworden.

Fam. *Cypridinidae*. Mit Herz und grossem beweglichen Augenpaar. Schalenrand zum Austritt der Antennen mit tiefem Ausschnitt. Die vorderen Antennen knieförmig gebogen, mit starken Borsten und mit Riechfäden am Ende. Die hinteren Antennen sind zweiästige Schwimmfüsse. *Cypridina* M. Edw. Kautheil der Mandibel schwach oder ganz verkümmert, Taster fünfgliedrig, beinförmig, von bedeutender Länge. Das siebente Gliedmassenpaar durch einen cylindrischen geringelten Anhang (Putzfuss) vertreten. *Cypridina mediterranea* Costa. (Fig. 433.)

Fam. *Halocypridae*. Mit Herz und zweiästigen hinteren Antennen, augenlos. Schalen dünn, drüsenreich. Das siebente Gliedmassenpaar stabförmig, mit langer Endborste. *Halocypris* Dana. *H. concha* Cls., Atl. Ocean. *Conchoecia* Dana. *C. spinirostris* Cls., Mittelmeer, auch Adria.

Fam. *Cytheridae*. Ohne Herz. Vordere Antennen an der Basis knieförmig umgebogen, mit kurzen Borsten besetzt. Hintere Antennen kräftig, mit Haken am Endgliede. Drei Beinpaare, von denen das hintere am mächtigsten entwickelt ist. Hinterleib nur mit zwei kleinen lappenförmigen Furcalgliedern. Die Hoden und Ovarien treten nicht zwischen die Schalenblätter. Männlicher Geschlechtsapparat ohne sog. Schleimdrüse. Sind durchweg Meeresbewohner. Die Weibchen tragen oft die Eier und Embryonen zwischen den Schalen. *Cythere* O. Fr. Müll. *Cythere lutea* O. Fr. Müll., Nordmeere und Mittelmeer. *C. viridis* O. Fr. Müll., Nordmeere. *Paradoxostoma* Fisch. Mit kurzem Saugrüssel. Mandibeln stiletförmig.

Fam. *Cypridae.* Mit Medianauge, ohne Herz. Schalen leicht, aber stark. Die vorderen Antennen meist siebengliederig und mit langen Borsten besetzt, die des zweiten Paares einfach beinförmig, meist sechsgliedrig. Zwei Beinpaare, von denen das hintere schwächere Paar aufwärts nach dem Rücken umgebogen ist. Furcalglieder sehr schmal und langgestreckt, an der Spitze mit Hakenborsten (Fig. 432). Die Hoden und Ovarien treten zwischen die Schalenblätter. Männlicher Geschlechtsapparat mit eigenthümlichem, früher als Schleimdrüse beschriebenem Propulsionsapparat. Grossentheils Süsswasserbewohner. *Cypris* O. Fr. Müll., *Cypris fusca* Str., *C. pubera* O. Fr. Müll., u. a. A. *Notodromas monachus* O. Fr. Müll.

3. Ordnung. **Copepoda**[1]**, Copepoden.**

Entomostraken von gestreckter, meist wohlgegliederter Körperform, ohne schalenförmige Hautduplicatur, mit 4 oder 5 Paaren zweiästiger Ruderfüsse am Thorax und gliedmassenlosem Abdomen.

Eine vielgestaltige Formengruppe, deren freilebende Glieder sich durch eine constante Zahl von Segmenten und Gliedmassenpaaren auszeichnen. Die zahlreichen parasitischen Formen hingegen entfernen sich von der Körpergestalt der freischwimmenden in einer Reihe von Abstufungen und erhalten schliesslich eine so veränderte Gestalt, dass sie ohne Kenntniss der Entwicklung und der Eigenthümlichkeiten ihres Baues eher für Schmarotzerwürmer als für Arthropoden gehalten werden könnten. Indessen erhalten sich meist auch hier die charakteristischen Ruderfüsse, wenn freilich oft in geringer Zahl, als rudimentäre oder umgestaltete Anhänge. Beim Mangel der letzteren aber gibt die Entwicklungsgeschichte sicheren Aufschluss über die Copepodennatur.

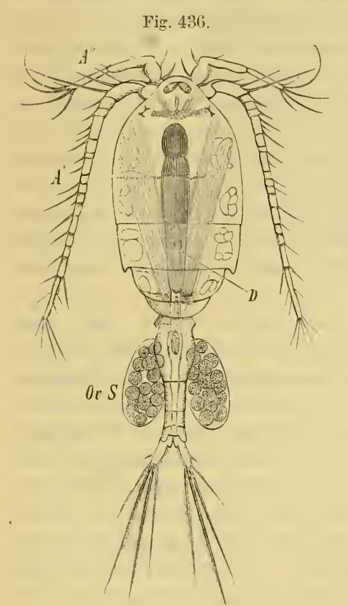
Der Kopf erscheint in der Regel mit dem ersten Brustsegment verschmolzen und trägt dann als Cephalothorax zwei Paare von Antennen, zwei Mandibeln, ebensoviel Maxillen, vier sog. Maxillarfüsse, ferner das erste, nicht selten abweichend gestaltete Paar von Ruderfüssen. Es folgen dann vier freie Thoracalsegmente mit ebensoviel Ruderfusspaaren, von denen das letzte häufig verkümmert, im männlichen Geschlechte auch oft als Hilfsorgan der Begattung umgestaltet sein kann. Uebrigens kann sowohl das fünfte Fusspaar, als das entsprechende Thoracalsegment ganz hinwegfallen. Das Abdomen besteht ebenso wie die Brust aus fünf Segmenten, entbehrt der Gliedmassen und endet mit zwei gabelig auseinanderstehenden Gliedern *(Furca)*, an deren Spitze mehrere lange Schwanzborsten aufsitzen (Fig. 436). Am weiblichen Körper vereinigen sich meist die beiden ersten Abdominalsegmente zur Herstellung eines *Genitaldoppelsegmentes* mit den Geschlechtsöffnungen. Sehr häufig erfährt auch das Abdomen, vornehmlich bei den parasitischen Formen, eine bedeutende Reduction.

---

[1]) O. Fr. Müller, Entomostraca seu Insecta testacea, quae in aquis Daniae et Norvegiae reperit, descripsit. Lipsiae 1785. Jurine, Histoire des Monocles. Génève 1820. W. Lilljeborg, De crustaceis ex ordinibus tribus: Cladocera, Ostracoda et Copepoda, in Scania occurrentibus. Lund 1853. C. Claus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig 1863. C. Grobben, Die Entwicklungsgeschichte von Cetochilus septentrionalis. Arb. des zool. Instituts etc. der Univ. Wien, Tom. III, 1881. W. Giesbrecht, Die pelagischen Copepoden etc., 1892.

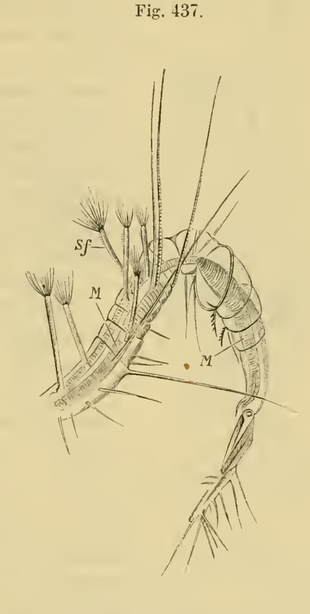
Die vorderen, meist vielgliedrigen Antennen sind auch hier Träger von Spürborsten, dienen aber bei den frei umherschwimmenden Formen zur Locomotion und im männlichen Geschlechte als Greifarme zum Fangen und Festhalten des Weibchens während der Begattung (Fig. 437). Die hinteren Antennen bleiben durchweg kürzer, tragen nicht selten doppelte Aeste und sind zum Anlegen oder Anklammern an festen Gegenständen befähigt. Von Mundwerkzeugen liegen unterhalb der Oberlippe zwei bezähnte, meist tastertragende Mandibeln, welche bei den freilebenden Copepoden als Kauorgane

Fig. 436.



Weibchen von *Cyclops coronatus*, vom Rücken aus gesehen. *A'*, *A''* die erste und zweite Antenne, *D* Darm, *OrS* Eiersäckchen.

Fig. 437.

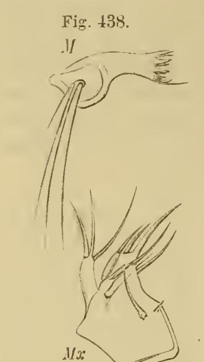


Eine männliche Antenne von *Cyclops serrulatus*. *Sf* Spürfäden, *M* Muskel.

fungiren, bei den parasitischen aber, in der Regel zu spitzen stiletförmigen Stäben umgebildet, zum Stechen benutzt werden. In diesem Falle rücken dieselben meist in eine durch Vereinigung der Oberlippe und Unterlippe gebildete Saugröhre. Das auf die Mandibeln folgende vordere Maxillenpaar besitzt in der Regel mehrere Laden und einen Taster, oft auch einen Fächer (Epipodialanhang), verkümmert aber bei den Schmarotzerkrebsen zu kleinen tasterartigen Höckern, welche ausserhalb der Saugröhre liegen. Die beiden folgenden, als innerer und äusserer Maxillarfuss bezeichneten Gliedmassen dienen sowohl zum Ergreifen der Nahrung (Fig. 438), als vornehmlich bei den Schmarotzerkrebsen zum Anklammern (Fig. 442).

Die Ruderfüsse der Brust bestehen aus einem zweigliedrigen Basalabschnitt und aus zwei dreigliedrigen, mit Borsten besetzten Ruderästen, welche, breiten Ruderplatten vergleichbar, das sprungweise Fortschnellen im Wasser bewirken (Fig. 439). Bei den *Arguliden* gewinnen die Aeste eine bedeutende Streckung und nähern sich durch ihre reichere Gliederung den Cirripedienbeinen.

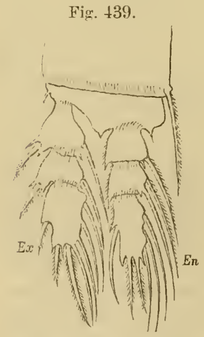
Fig. 438.





Mundtheile von *Cyclops*. *M* Mandibel, *Mx* Maxille, *Kf′* innerer, *Kf″* äusserer Kieferfuss.

Fig. 439.



Ruderfuss eines *Cyclops*. *En* Innenast, *Ex* Aussenast.

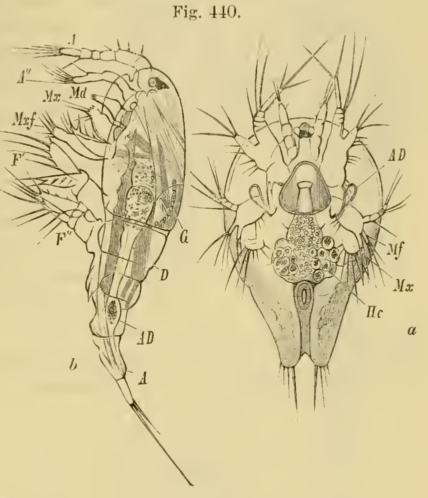
Ueberall findet sich ein Gehirn mit austretenden Sinnesnerven neben einem Bauchstrang, der in seinem Verlaufe meist zahlreiche Ganglien bildet, seltener sich zu einer gemeinsamen unteren Schlundganglienmasse concentrirt. Von *Sinnesorganen* ist das mediane *dreitheilige* Stirnauge *(Cyclopsauge)* ziemlich allgemein verbreitet. Ausser den *Tastborsten*, deren Sitz vornehmlich an den vorderen Antennen, aber auch an manchen anderen Stellen der Haut zu suchen ist, kommen Spürfäden als zarte Anhänge der vorderen Antennen vornehmlich im männlichen Geschlechte vor (Fig. 437).

Der *Darmcanal* zerfällt in eine kurze enge Speiseröhre, einen weiten, oft mit zwei Blindschläuchen beginnenden Magendarm und einen engen Enddarm, welcher auf der Rückenfläche des letzten Abdominalsegments ausmündet. Häufig scheint die Darmfläche zugleich die Function von Harnorganen zu übernehmen, indessen findet sich gleichzeitig eine Schalendrüse im Kopfbruststück zu den Seiten der Kieferfüsse. Ueberall vermittelt die gesammte Hautoberfläche die Respiration. Kreislaufsorgane werden entweder durch regelmässige Schwingungen des Darmcanals *(Cyclops, Achtheres)* ersetzt, oder es tritt im Vordertheil der Brust oberhalb des Darmes ein kurzes sackförmiges Herz auf *(Calaniden)*, welches sich sogar in eine Kopfarterie fortsetzen kann *(Calanella)*.

Die Copepoden sind getrennten Geschlechtes. Beiderlei Geschlechtsorgane liegen im Cephalothorax und in den Brustsegmenten und bestehen aus einer unpaaren Geschlechtsdrüse, deren paariger oder unpaarer Ausführungsgang am Basalsegmente des Hinterleibes mündet. Fast regelmässig machen sich in Form und Bildung verschiedener Körpertheile Geschlechtsunterschiede geltend, welche bei einigen Schmarotzerkrebsen *(Chondracan-*

thiden, Lernaeopodiden) zu einem höchst auffallenden Dimorphismus führen. Die Männchen sind kleiner und leichter beweglich, die vorderen Antennen und die Füsse des letzten Paares werden zu accessorischen Copulationsorganen, indem sich jene zum Festhalten des Weibchens, diese zum Ankleben der Spermatophoren umgestalten. Die letzteren bilden sich innerhalb der Samenleiter vermittelst eines schleimigen Secretes, welches in der Umgebung der Samenmasse zu einer festen Hülle erstarrt. Die grösseren Weibchen bewegen sich oft schwerfällig und tragen die Eier in Säckchen rechts und links am Abdomen mit sich herum. Viele besitzen am Endabschnitte des Oviducts Drüsenzellen, deren Absonderungsproduct zugleich mit den Eiern austritt und die erstarrende Hülle der Eiersäckchen liefert. Während der Begattung, die nur eine äussere Vereinigung beider Geschlechter bleibt, klebt das Männchen dem Weibchen eine oder mehrere Spermatophoren am Genitalsegment, und zwar an besonderen Oeffnungen an, durch welche die Samenkörper in das Receptaculum seminis übertreten und die Eier während ihres Austrittes in die sich bildenden Eiersäckchen befruchten.

Fig. 440.

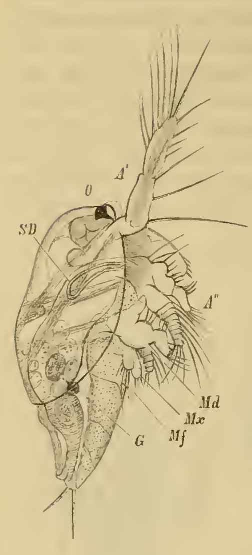


Metamorphose von *Cyclops*. — *a* Aeltere Naupliuslarve von *Cyclops serrulatus*. *b* Jüngste Cyclopsform. *A'*, *A''* die Antennen des ersten und zweiten Paares, *AD* Antennendrüse, *Mf* Mandibularfuss, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Mxf* Maxillarfuss, *F'*, *F''* erster und zweiter Ruderfuss, *Hc* Harnconcremente in den Darmzellen, *D* Darm, *AD* Enddarm, *A* After, *G* Genitalanlage.

Die Entwicklung beruht auf einer complicirten und bei vielen Schmarotzerkrebsen rückschreitenden Metamorphose. Die Larven schlüpfen als *Nauplius*-formen mit unpaarem Stirnauge und drei Gliedmassenpaaren aus, von denen das mittlere und hintere zweiästig sind (Fig. 426). Zur Einfuhr der Nahrung in die Mundöffnung, welche von einer grossen Oberlippe kappenartig überdeckt wird, dienen Hakenborsten am 2. und 3. Gliedmassenpaare. Als Harnorgan fungirt die Antennendrüse. Die hintere Leibespartie endet mit zwei Borsten zu den Seiten des Afters und entspricht dem noch nicht differenzirten Mittel- und Hinterleib.

Die Veränderungen, welche die jungen Larven mit dem weiteren Wachsthume erleiden, knüpfen an mehrfach aufeinanderfolgende Abstreifungen der Haut und beruhen im Wesentlichen auf einer Streckung des

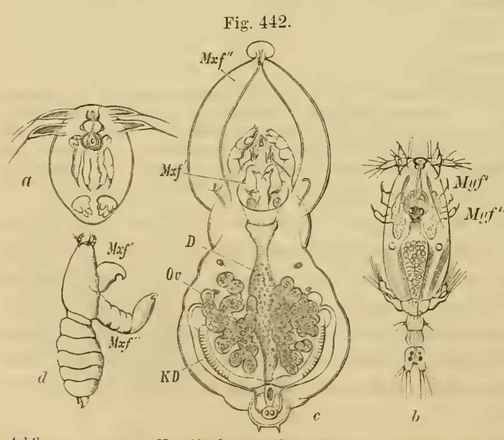
Fig. 441.



Metanauplius von *Cyclopsine*. *O* Auge, *G* Genitalanlage, *SD* Antennendrüse, *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Mx* Maxille, *Mf* Maxillarfussanlagen.

Leibes und auf dem Hervorsprossen neuer Gliedmassen. Schon das nachfolgende Larvenstadium (Fig. 240 *a*) weist hinter den drei ursprünglichen, zu den Antennen und Mandibeln werdenden Gliedmassenpaaren ein viertes Paar, die späteren Maxillen, auf; in einem späteren Stadium sind vier neue Gliedmassenpaare angelegt, von denen die zwei vordern den Kieferfüssen entsprechen, während die zwei letzten Paare den Anlagen der vorderen Ruderfüsse entsprechen. Auf diesem Stadium *(Metanauplius)* (Fig. 441) erscheint die Larve noch immer *Nauplius*-ähnlich und erst nach einer nochmaligen Häutung geht sie in die erste *Cyclops*-ähnliche Form über. Dieselbe gleicht bereits im Bau der Fühler und Mundtheile dem ausgewachsenen Thiere, wenngleich die Zahl der Gliedmassen und Leibesringe eine geringere ist (240 *b*). Die beiden Gliedmassenpaare sind bereits kurze zweiästige Ruderfüsse, zu denen auch die Anlagen des dritten und vierten Ruderfusses in Form mit Borsten besetzter Wülste hinzugekommen sind. Der Leib besteht jetzt aus dem ovalen Kopfbruststück, dem zweiten bis vierten Thoracalsegment und einem langgestreckten Endgliede, welches durch fortschreitende Gliederung das letzte Thoracalsegment und alle Segmente des Abdomens erzeugt und bereits mit der Furca endet.

Fig. 442.



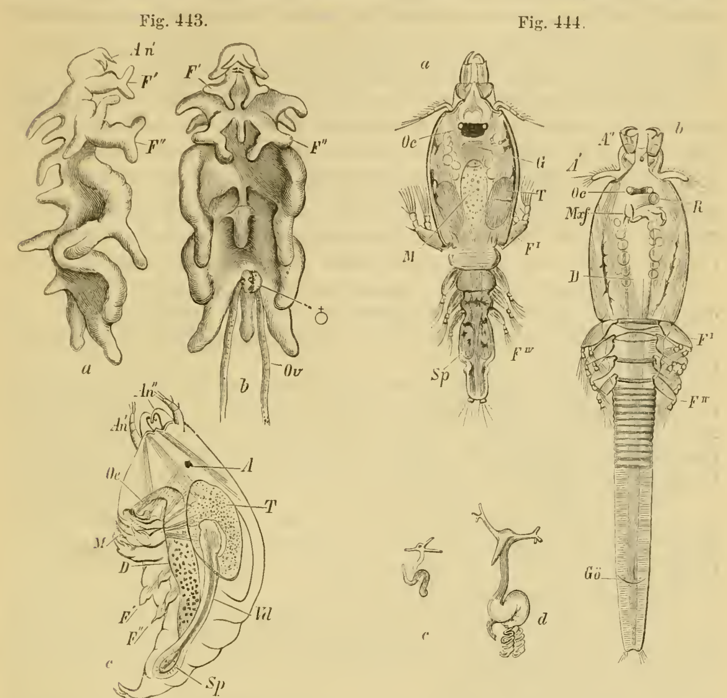
Achtheres percarum. *a* Naupliusform. — *b* Die Larve im jüngsten Cyclopsstadium. — *c* Weibchen von der Bauchseite gesehen. *D* Darm, *Ov* Ovarium, *Mxf'*, *Mxf''* die beiden Maxillarfüsse, *KD* Kittdrüsen. — *d* Das kleinere Männchen in seitlicher Lage.

Viele parasitische Copepoden, z. B. *Lernanthropus, Chondracanthus*, gelangen über diese Stufe der Leibesgliederung nicht hinaus und erhalten weder die Schwimmfüsse des dritten und vierten Paares, noch ein wei-

teres, vom stummelförmigen Abdomen gesondertes Brustsegment; andere, wie z. B. *Achtheres,* sinken durch den späteren Verlust der beiden vorderen Schwimmfusspaare auf eine noch tiefere Formstufe zurück (Fig. 442).

Die freilebenden und auch viele parasitische Copepoden durchlaufen mit den noch folgenden Häutungen eine grössere oder geringere Reihe von

Fig. 443. Fig. 444.



Die beiden Geschlechtsthiere von *Chondracanthus gibbosus*, etwa sechsfach vergrössert. *a* Weibchen in seitlicher Lage. *b* Dasselbe von der Bauchfläche mit anhaftendem Männchen. *c* Männchen, unter starker Vergrösserung. *An'* vordere Antennen, *An''* Klammerantennen, *F'*, *F''* die beiden Fusspaare, *A* Auge, *M* Mundtheile, *Oe* Oesophagus, *D* Darm, *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, *Sp* Spermatophorensack, *Ov* Eierschläuche.

Lernaea branchialis. *a* Männchen (von ca. 2—3 Mm. Länge). *Oc* Auge, *G* Gehirn, *M* Magen, F^I bis F^{IV} die vier Schwimmfusspaare, *T* Hoden, *Sp* Spermatophorensack. — *b* Weibchen (im Begattungsstadium, 5—6 Mm. lang). *A'*, *A''* die beiden Antennenpaare, *R* Rüssel, *Mxf* Maxillarfuss, *D* Darm. — *c* In der Metamorphose begriffenes Weibchen von *Lernaea branchialis* nach der Begattung. — *d* Dasselbe mit Eiersäckchen, in natürl. Grösse.

Entwicklungsstadien, an welchen in continuirlicher Aufeinanderfolge die noch fehlenden Segmente und Gliedmassen hervortreten und die bereits vorhandenen Extremitäten eine reichere Gliederung erfahren. Viele Schmarotzerkrebse überspringen indessen die Entwicklungsreihe der Naupliusformen, indem die Larve alsbald nach ihrem Ausschlüpfen die Haut abwirft und bereits in der jüngsten *Cyclopid*form mit Klammerantennen und stechenden

Mundwerkzeugen erscheint (Fig. 442). Dieselben durchlaufen schon von diesem Stadium an eine regressive Metamorphose, indem sie sich als Parasiten an ein Wohnthier anheften, an ihrem unförmig auswachsenden Leibe die Gliederung mehr oder minder vollständig verlieren, auch die Ruderfüsse abwerfen und selbst das ursprünglich vorhandene Auge rückbilden *(Lernaeopoden)*. Die Männchen aber bleiben in solchen Fällen oft zwergartig klein und sitzen dann (häufig in mehrfacher Zahl) in der Nähe der Geschlechtsöffnung am weiblichen Körper angeklammert fest (Fig. 443).

Bei den *Lernaeen* suchte man solche Pygmäenmännchen an dem höchst absonderlich gestalteten Leibe der grossen, Eierschläuche tragenden Weibchen lange Zeit vergebens, bis es sich herausstellte, dass die sehr kleinen cyclopsförmigen Männchen mittelst ihrer vier Schwimmfusspaare frei herumschwimmen, und dass die Weibchen im Begattungsstadium jenen ähnlich gestaltet sind und erst nach der Begattung als Parasiten die bedeutende Grössenzunahme und Umgestaltung ihres Leibes erfahren (Fig. 444).

1. Unterordnung. *Eucopepoda.* Copepoden mit Ruderfüssen, deren Aeste zwei- oder dreigliedrig sind, mit kauenden oder saugenden und stechenden Mundwerkzeugen.

1. *Gnathostomata.* Meist freilebend, mit kauenden Mundwerkzeugen und vollzähliger Leibesgliederung.

Fam. *Cyclopidae.* Meist Süsswasserbewohner, ohne Herz, mit einfachem Auge und viergliedrigen, niemals zweiästigen Antennen des zweiten Paares. Die Füsse des fünften Paares in beiden Geschlechtern rudimentär. Beim Männchen beide Antennen des ersten Paares zu Greifarmen umgebildet. *Cyclops coronatus* Cls. (Fig. 436), *C. serrulatus* Fisch., *Canthocamptus minutus* Cls., *C. staphylinus* Jur., *Harpacticus chelifer* O. Fr. Müll. Nordsee.

Fam. *Calanidae.* Die vorderen Antennen sehr lang, nur die der einen Seite zu Greifarmen umgebildet; hintere Antennen zweiästig. Herz stets vorhanden. Die Füsse des fünften Paares im männlichen Geschlechte zu Hilfsorganen der Begattung umgestaltet. *Cetochilus septentrionalis* Goods., *Diaptomus castor* Jur., Süsswasserform. *Anomalocera Patersonii* Templ., *Pontellina mediterranea* Cls.

Fam. *Notodelphyidae.* Körper wie bei den Cyclopiden gebaut, die hinteren Antennen Klammerantennen. Die beiden letzten Brustsegmente sind beim Weibchen verschmolzen und bilden einen dorsalen Brutbehälter zur Aufnahme der Eier. Leben in der Kiemenhöhle der Ascidien. *Notodelphys agilis* Thor.

2. *Parasita* [1]) *(Siphonostomata), Schmarotzerkrebse.* Mit stechenden und saugenden Mundwerkzeugen, meist mit unvollzähliger Leibesgliederung und verkümmertem Abdomen. Die hinteren Antennen und Maxillarfüsse enden mit Klammerhaken. Einzelne Formen schwimmen noch frei umher, die meisten leben an den Kiemen, in der Rachenhöhle und an der äusseren Haut von Fischen, einige in den Geweben der Wohnthiere eingesenkt *(Penella)*.

Fam. *Corycaeidae.* Vordere Antennen kurz, wenig gliedrig, in beiden Geschlechtern gleich, die hinteren ohne Nebenast, mit Klammerhaken, nach dem Geschlechte verschieden. Mundtheile zum Stechen eingerichtet. Medianauge und paarige Seitenaugen oft

---

[1]) Vergl. A. v. Nordmann, Mikrographische Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Berlin 1832. H. Burmeister, Beschreibung einiger neuen und wenig bekannten Schmarotzerkrebse. Nova acta Ac. Caes. Leop., Tom. XVII, 1835. Steenstrup und Lütken, Bidrag til kundskab om det aabne Havs Snyltekrebs og Lernaeer. Kjöbenhavn 1861. C. Claus, Ueber den Bau und die Entwicklung von Achtheres percarum. Zeitschr. für wiss. Zool., 1861. Derselbe, Beobachtungen über Lernaeocera etc. Marburg 1868.

vorhanden. Leben theilweise als temporäre Parasiten. *Corycaeus elongatus* Cls. *Sapphirina fulgens* Thomps.

Fam. *Chondracanthidae.* Körper gestreckt, oft ohne deutliche Gliederung und mit zipfelförmigen Auswüchsen. Hinterleib stummelförmig. Die beiden vorderen Ruderfusspaare sind zweizipflige Lappen, die übrigen fehlen. Ohne Saugrüssel. Mandibeln sichelförmig. Die birnförmigen Männchen zwergartig klein, oft zu zweien am weiblichen Körper befestigt. *Chondracanthus gibbosus* Kr., auf Lophius (Fig. 443), *Ch. cornutus* O. Fr. Müll., auf Schollen.

Fam. *Caligidae,* Fischläuse. Körper flach, mit schildförmigem Cephalothorax und sehr umfangreichem, namentlich im weiblichen Geschlechte aufgetriebenem Genitalsegment, dagegen kleinem, mehr oder minder reducirtem Hinterleib. Mit Saugröhre und stiletförmigen Mandibeln. Vier zweiästige Ruderfusspaare ermöglichen eine rasche Schwimmbewegung. Leben an den Kiemen und der Haut von Seefischen. Eierschläuche schnurförmig. *Caligus rapax* Edw., *Cecrops Latreillii* Leach., auf Orthagoriscus.

Fam. *Lernaeidae.* Körper des Weibchens stab- oder wurmförmig gestreckt, ungegliedert, mit Fortsätzen und Auswüchsen am Kopfe. Mundtheile stechend mit Saugröhre. Vier Paare sehr kleiner Schwimmfüsse oder Reste derselben. Die Weibchen sitzen mit ihrem Vorderkörper eingebohrt an Fischen fest. *Lernaeocera cyprinacea* L., *Penella sagitta* L., *Lernaea branchialis* L. (Fig. 444), an Gadusarten.

Fam. *Lernaeopodidae.* Körper in Kopf und Thorax abgesetzt, mit ganz rudimentärem Hinterleib. Mundtheile stechend, mit Saugröhre. Die äusseren Maxillarfüsse erlangen eine bedeutende Grösse und vereinigen sich an ihrer Spitze beim Weibchen zur Herstellung eines gemeinsamen Haftapparates, welcher eine dauernde Fixirung herbeiführt. Schwimmfüsse fehlen vollständig. Die mehr oder minder zwergartigen Männchen mit grossen und freien Klammerfüssen, ebenfalls ohne Ruderfüsse. *Achtheres percarum* Nordm. (Fig. 442), *Basanistes huchonis* Schrank, *Anchorella uncinata* O. Fr. Müll., auf Gadusarten.

2. Unterordnung. *Branchiura* [1]), *Karpfenläuse.* Mit grossen zusammengesetzten Augen und langem vorstreckbaren Stachel (Tastorgan) vor der Saugröhre des Mundes, mit vier langgestreckten spaltästigen Schwimmfusspaaren und breiter, zweilappiger Schwanzflosse an Stelle des Abdomens.

Die Karpfenläuse wurden oft den Caligiden zur Seite gestellt, entfernen sich aber von den letzteren und den echteren Copepoden in mehrfacher Hinsicht wesentlich. In der allgemeinen Körperform gleichen sie allerdings bis auf den in zwei Platten gespaltenen Hinterleib (Schwanzflosse) den Caligiden, indessen ist der innere Bau und die Bildung der Gliedmassen von jenen Schmarotzerkrebsen verschieden. Ueber der Mundöffnung erhebt sich eine breite Saugröhre, in welcher fein gesägte Mandibeln und stiletförmige Maxillen verborgen liegen. Etwas oberhalb dieses Rüssels inserirt sich noch eine lange cylindrische, in einen einziehbaren stiletförmigen Stachel auslaufende Röhre, welche einen am Gehirn paarig entspringenden Nerven enthält und als Tastorgan zu fungiren scheint. Zu den Seiten und unterhalb des Mundes sitzen kräftige Klammerorgane auf, und zwar ein oberes, den vorderen Kieferfüssen entsprechendes Paar, welches bei *Argulus* unter Verkümmerung des hakentragenden Endabschnittes in eine grosse Haftscheibe umgebildet ist, und ein zweites, am breiten Basalabschnitte stark bedorntes Maxillarfusspaar, an dessen Spitze ein Tasthöcker und zwei gebogene Endklauen sich erheben. Nun folgen die vier Schwimmfusspaare der Brustregion, bis auf das letzte in der Regel von den Seiten des Kopfbrustschildes bedeckt. Dieselben bestehen je aus einem umfangreichen mehrgliederigen Basalabschnitt und zwei

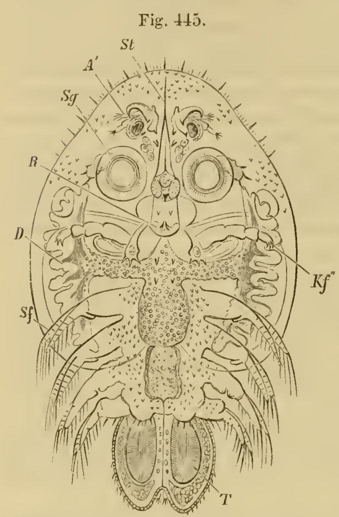
---

[1]) Jurine, Mémoire sur l'Argule foliacé. Annales du Museum d'hist. nat., Tom. VII, 1806. F. Leydig, Ueber Argulus foliaceus. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. II, 1850. E. Cornalia, Sopra una nuova specie di crostacei sifonostomi. Milano 1860. C. Claus, Ueber die Entwicklung, Organisation und systematische Stellung der Arguliden. Zeitschr. für. wiss. Zool., Tom. XXV, 1875. F. Leydig, Ueber Argulus foliaceus. Archiv für mikrosk. Anatom., Tom. XXXIII, 1889.

viel schmäleren, mit langen Schwimmborsten besetzten Aesten, welche nach Form und Borstenbekleidung den Rankenfüssen der Cirripedien nicht unähnlich sehen und wie diese aus Copepoden-ähnlichen Füssen der Larven ihren Ursprung nehmen (Fig. 445).

Die innere Organisation erinnert mehrfach an die Phyllopoden. Das Nervensystem zeichnet sich durch die Grösse des Gehirns und des aus sechs dichtgedrängten Ganglienknoten zusammengesetzten Bauchmarkes aus. Ausser zwei grossen zusammengesetzten Seitenaugen ist ein unpaares dreilappiges Medianauge vorhanden. Am Darmcanal unterscheidet man einen kurzen, bogenförmig aufsteigenden Oesophagus, einen weiten, in zwei ramificirte Leberanhänge auslaufenden Magendarm und einen Enddarm, der gerade nach hinten zieht und in der mittleren Ausbuchtung der Schwanzflosse, oberhalb zweier der Furca entsprechenden Plättchen nach aussen mündet. An dem Herzen finden sich zwei seitliche Spaltöffnungen und eine lange Aorta. Als Respirationsorgan fungirt die gesammte Oberfläche des Kopfbrustschildes, indessen scheint in der Schwanzflosse eine besonders lebhafte Blutströmung stattzufinden, so dass man diesen Körpertheil zugleich als eine Art Kieme betrachten kann.

Fig. 445.



Argulus foliaceus. Junges Männchen. *A'* vordere Antenne, *Sg* Saugnapf am vorderen Kieferfuss, *Kf''* hinterer Kieferfuss, *Sf* Schwimmfüsse, *R* Schnabel, *St* Stachel, *D* Darm, *T* Hoden.

Die kleinen lebhafteren und rascher beweglichen Männchen besitzen an den hinteren Schwimmfusspaaren eigenthümliche Copulationsanhänge. Die Weibchen tragen ihre Brut nicht wie die echten Copepodenweibchen in Eiersäckchen umher, sondern kleben die austretenden Eier, deren vom Dotter ausgeschiedene Hülle eine blasige Beschaffenheit gewinnt, als Laich an fremden Gegenständen an. Die ausschlüpfenden Jungen durchlaufen eine Metamorphose.

Fam. *Argulidae*, Karpfenläuse. *Argulus* O. Fr. Müll. Vorderes Kieferfusspaar in grosse Saugnäpfe umgestaltet. Stiletförmiger Stachelapparat vorhanden. *A. foliaceus* L. (Pou de poissons, Baldner), auf Karpfen und dem Stichling. *A. coregoni* Thor., *A. giganteus* Luc., *Gyropeltis* Hell. Das Kieferfusspaar endet mit einer Klaue. Stiletförmiger Stachel fehlt. *G. Kollari* Hell., Kiemen von Hydrocyon, Brasilien. *G. Doradis* Corn.

4. Ordnung. **Cirripedia**[1]), **Rankenfüssler.**

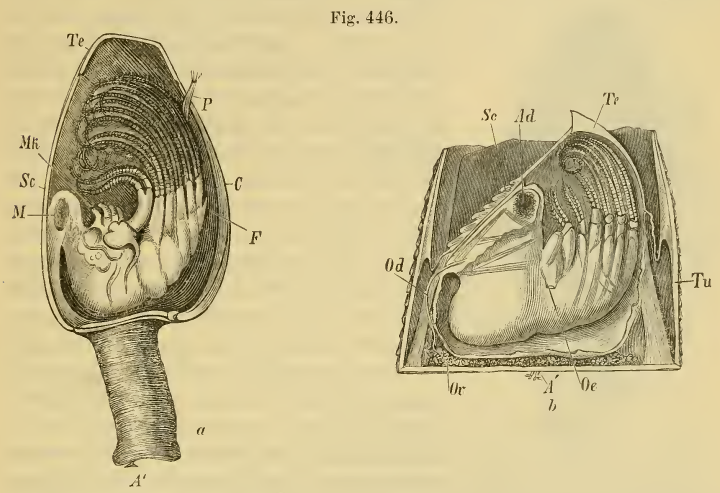
Festsitzende, grösstentheils hermaphroditische Crustaceen, mit undeutlich gegliedertem, von einer Hautduplicatur — mit verkalkten Schalenstücken — umschlossenen Körper, in der Regel mit sechs Paaren von Rankenfüssen.

---

[1]) Vergl. S. V. Thompson, Zoological researches, Tom. I, 1829. H. Burmeister, Beiträge zur Naturgeschichte der Rankenfüssler, 1832. Ch. Darwin, A monograph of the Sub-Class Cirripedia. 2 Vol. London 1851—1854. A. Krohn, Beobachtungen über die Entwicklung der Cirripedien. Archiv f. Naturgesch., 1860. C. Claus, Die Cyprisähnliche Larve der Cirripedien etc. Marburg 1869. R. Kossmann, Suctoria und Lepadidae. Würzburg 1873. Yves Delage, Evolution de la Sacculine. Archives de Zoologie expérimentale et générale, 2e sér., Tom. II, 1884.

Die Cirripedien wurden wegen der Aehnlichkeit ihrer Schalen mit Muscheln für Mollusken gehalten, bis die Entdeckung der Larven durch Thompson und Burmeister ihre Zugehörigkeit zu den Entomostraken unzweifelhaft machte. Dieselben sind von einer aus mehreren (4, 5 und mehr) Stücken zusammengesetzten muschelförmigen Schale umschlossen, welche, durch Verkalkung der Chitinhaut einer mächtigen Hautduplicatur (Mantel) entstanden, als *Scuta, Terga* und *Carina* unterschieden werden. Das Thier ist stets an seinem vorderen Kopfende, welches sich bei den *Lepadiden* in einen langen, frei aus der Schale hervorstehenden Stiel auszieht, festgeheftet. Bei den *Balaniden*, welchen dieser Stiel fehlt, ist der Körper noch von einer äusseren, meist aus sechs Stücken gebildeten Kalkröhre umgeben,

Fig. 446.



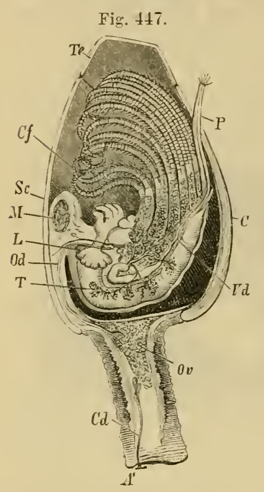
a Lepas, nach Entfernung der rechten Schale. *A'* Haftantenne am Ende des Stiels, *C* Carina, *Te* Tergum, *Sc* Scutum, *Mk* Mundkegel, *F* Furca, *P* Cirrus oder Penis, *M* Muskel (Adductor). — *b Balanus tintinnabulum*, nach Ch. Darwin, nach Entfernung der einen Schalenhälfte. *Tu* Durchschnitt des äusseren Schalenkranzes, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Oe* Oeffnung desselben, *Ad* Adductor.

deren Oeffnung von den nach innen liegenden Schalenstücken deckelartig geschlossen erscheint (Fig. 446 *a* und *b*). In beiden Fällen wird die Befestigung des Thieres vornehmlich mittelst des erhärteten Secretes der sog. *Cementdrüse* bewirkt, welche an dem vorletzten saugnapfartig erweiterten Gliede der winzig kleinen vorderen Antennen ausmündet. Der vom Mantel und dessen Schalenstücken umhüllte Leib liegt mit seinem hinteren Theile in der Weise nach aufwärts gestreckt, dass die zum Strudeln dienenden Extremitätenpaare aus der schlitzförmigen Spalte des Mantels an der Ventralseite zwischen den paarigen Scuta und Terga hervorgestreckt werden können.

Man unterscheidet einen Kopf mit Antennen und Mundwerkzeugen von dem die Rankenfüsse tragenden Leib (Thorax), ohne beide Abschnitte

scharf abgegrenzt zu finden. Dem Thorax schliesst sich noch ein kleiner stummelförmiger, oft nur durch zwei Furcalglieder bezeichneter Hinterleib an, an welchem die Afteröffnung liegt. Hintere Antennen fehlen stets, während die vorderen Antennen auch im ausgebildeten Zustande als winzig kleine Haftorgane nachweisbar bleiben. Die Mundwerkzeuge sitzen einer ventralen Erhebung des Kopfabschnittes auf und bestehen aus Oberlippe mit Lippentastern, zwei Mandibeln und vier Maxillen, von denen die zwei hinteren zu einer Art Unterlippe sich vereinigen. Am Leibe erheben sich meist sechs Paare vielgliedriger Rankenfüsse, deren cirrenartig verlängerte, reich mit Borsten und Haaren besetzte Aeste zum Herbeistrudeln der im Wasser suspendirten Nahrungsstoffe dienen. Der stummelförmige Hinterleib trägt einen langgestreckten, zwischen den Rankenfüssen nach der Bauchfläche umgeschlagenen Cirrus, das männliche Copulationsorgan. Uebrigens gibt es für die Gestaltung des gesammten Leibes zahlreiche und höchst sonderbare Abweichungen. Es können nicht nur die Verkalkungen des Mantels unterbleiben und die Rankenfüsse ihrer Zahl nach reducirt sein oder selbst ganz fehlen, sondern auch die Mundtheile und Gliedmassen verloren gehen *(Peltogastriden)*, und der Körper zur Form eines ungegliederten Schlauches, Sackes oder einer gelappten Scheibe herabsinken.

Fig. 447.



Die Organisation von *Lepas*, nach Entfernung der Körperhaut. *Cd* Cementdrüse und Ausführungsgang, *L* Leberanhänge am Darmcanal, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Cf* Rankenfüsse.

Die Cirripedien besitzen ein paariges Gehirnganglion und eine meist aus sechs Ganglienpaaren gebildete, zuweilen aber auch zu einer gemeinsamen Ganglienmasse verschmolzene Bauchganglienkette *(Balaniden)*. Von Sinnesorganen ist das Vorkommen eines wenn auch rudimentären, dem Naupliusauge entsprechenden Medianauges hervorzuheben.

Ein Darmcanal fehlt nur den Wurzelkrebsen. Bei den *Lepadiden* und *Balaniden* besteht der Verdauungscanal aus einer engen Speiseröhre, einem sackförmig erweiterten *Magen*, welcher mehrere blinddarmförmige Anhangsdrüsen *(Leber)* trägt, und einem langgestreckten Chylusdarm, von welchem der kurze Enddarm nur zuweilen schärfer abgegrenzt erscheint (Fig. 447). Die *Rhizocephalen* (Fig. 452 *a*), welche mittelst wurzelartiger Fäden die Eingeweide, insbesondere die Leber von Decapoden, umstricken, entbehren des Darmes und nehmen durch die wurzelartigen Ausläufer ihres Parenchyms (wie bereits *Anelasma* unter den Lepadiden) die Nahrungssäfte endosmotisch auf. Besondere den Cirripedien eigenthümliche Absonderungsorgane sind die an der Haftscheibe der Antennen ausmündenden sog. Cementdrüsen,

durch deren Secret die dauernde Befestigung des Cirripedienleibes bewirkt wird. Als Kiemen betrachtet man die Schläuche, welche an mehreren Rankenfüssen mancher *Lepadiden* auftreten, sowie zwei krausenartig gefaltete Lamellen an der Innenseite des Mantels der *Balaniden.*

Die Cirripedien sind mit wenigen Ausnahmen Zwitter. Die Hoden liegen als vielfach verästelte Drüsenschläuche über und zu den Seiten des Darmes und entsenden Fortsätze in die Basalglieder der Rankenfüsse, ihre in Samenblasen erweiterten Samenleiter erstrecken sich nach der Basis des cirrusförmigen Penis, in welchem sie sich zu einem gemeinsamen, an der Spitze des Cirrus mündenden Ductus ejaculatorius vereinigen (Fig. 447). Die Ovarien liegen bei den *Balaniden* im basalen Theile der Leibeshöhle im Schalenkranze, bei den *Lepadiden* rücken sie in die als Stiel bekannte Verlängerung des Kopfes hinein, ihre Oviducte münden nach Krohn auf einem Vorsprunge am Basalgliede der vorderen Rankenfüsse aus (Fig. 446 *b*). Die austretenden Eier sammeln sich zwischen Mantel und Leib in grossen plattgedrückten, zarthäutigen Schläuchen, welche, bei den *Lepadiden* an einer Hautfalte des Mantels befestigt, auf der Rückenseite des Thieres aneinanderstossen.

Fig. 448.

Alcippe lampas, nach Ch. Darwin. *a* Männchen, sehr stark vergrössert. *T* Hoden, *Vs* Samenblase, *D* Hautduplicatur, *O* Auge, *P* Penis, *A'* Antennen. — *b* Weibchen im Längsschnitt. *F* Kieferfuss, *Cf* die drei Paare von Rankenfüssen, *Ov* Ovarium.

Trotz des Hermaphroditismus existiren nach Darwin in einzelnen Gattungen *(Ibla, Scalpellum)* sehr einfach organisirte Zwergmännchen von eigenthümlicher Form, sog. *complemental males,* welche Parasiten-ähnlich am Körper des Zwitters haften. Auch gibt es getrennt geschlechtliche Cirripedien mit ausgeprägtem Dimorphismus beider Geschlechtsthiere. Dieser Fall trifft für *Scalpellum ornatum* und *Ibla Cumingii,* ferner für die merkwürdigen Gattungen *Cryptophialus* und *Alcippe* zu (Fig. 448). Die Männchen dieser Formen bleiben nicht nur zwergartig klein, sondern entbehren auch nach Darwin der Mundöffnung, des Verdauungscanals, sowie der Rankenfüsse. In der Regel sitzen zwei, zuweilen aber auch eine grössere Zahl von Männchen am weiblichen Körper.

Die Eier durchlaufen bereits in den Bruthältern eine ungleichmässige Furchung. Die hellen Dotterzellen lagern sich um den Nahrungsdotter in Form einer Keimblase, deren Bauchseite sich bald (wohl durch Auftreten der Mesodermanlage) ansehnlich verdickt. Die aus den Eihüllen ausgeschlüpften

30*

Larven sind *Nauplius*formen (Fig. 449 *a, b*), von ovaler oder birnförmiger Gestalt, mit unpaarem Stirnauge, seitlichen Stirnhörnern und drei Gliedmassenpaaren, von denen das vordere aus einem einzigen Ast besteht, die zwei nachfolgenden aber zwei Aeste mit dichtem Besatz von Schwimmborsten tragen.

Fig. 449.

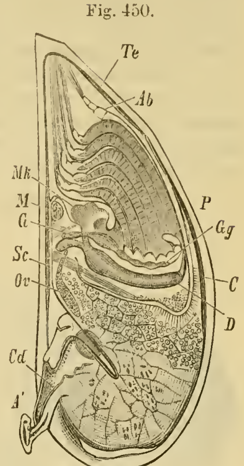


a Aeltere Cirripedienlarve. *Ol* Rüssel mit Mundöffnung. *H* Stirnhörner, *D* Darm, *A* After, *A'*, *A''* vordere und hintere Antenne, *Mdf* Mandibularfuss. — *b* Metanaupliuslarve von *Balanus* vor der Häutung. Unter der Haut sind die Anlagen der Seitenaugen *(O)* und sämmtlicher Beinpaare *(F^I* bis *F^{VI})* der Puppe nachweisbar. *Ff* Frontalfäden, *O'* unpaares Auge, *Dr* Drüsenzellen der Stirnhörner, *A'* die ersten Antennen mit der Haftscheibe, *Mx* Maxillaranlage.

Nach mehrmaliger Abstreifung der Haut tritt die zu beträchtlicher Grösse herangewachsene Larve in eine neue Entwicklungsphase, in das sog. Cyprisstadium (Puppe) ein (Fig. 450). Die Integumentduplicatur repräsentirt nunmehr eine zweiklappige muschelähnliche Schale, an deren klaffendem Bauchrande die Extremitäten hervortreten können. Während die Form der Schale an die Ostracoden erinnert, nähert sich der Körperbau nach Gliederung und Extremitätenbildung den Copepoden. Aus den ersten Gliedmassen der Naupliuslarve ist eine viergliedrige Haftantenne hervorgegangen, deren vorletztes Glied sich scheibenförmig verbreitert hat und die Mündung der Cementdrüse enthält, während das Endglied ausser Tastborsten eine oder zwei zarte lanzetförmige Riechfäden trägt. Als Reste der Stirnhörner finden sich zwei kegelförmige Vorsprünge in der Nähe des Vorderrandes. Von den beiden zweiästigen Extremitätenpaaren ist das dem zweiten Antennenpaar entsprechende abgeworfen, das hintere dagegen zur Anlage der Oberkieferplatten an dem noch geschlossenen Mundkegel verwendet, an welchem

auch bereits die Anlagen von Unterkiefer und Unterlippe bemerkbar sind. Auf den Mundkegel folgt der Brustabschnitt mit sechs zweiästigen, den Copepodenfüssen ähnlichen Ruderfusspaaren und ein kleines, dreigliedriges, mit Furcalgliedern und Schwanzborsten endendes Abdomen. Die Puppe trägt zu den Seiten des unpaaren Augenfleckes ein Paar grosser zusammengesetzter Augen und schwimmt mittelst der Ruderfüsse umher. Eine Nahrungsaufnahme scheint nicht stattzufinden. Das zur weiteren Umgestaltung nothwendige Material ist in Gestalt eines mächtig entwickelten Fettkörpers vornehmlich im Kopftheil und Rücken aufgespeichert.

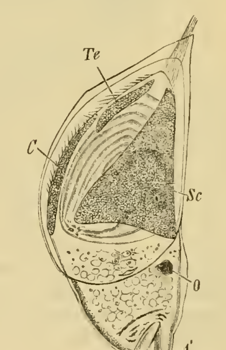
Fig. 450.



Medianschnitt durch eine *Lepas*-Puppe. *A'* Haftantenne, *C* Carina, *Te* Tergum, *Sc* Scutum, *G* Gehirn, *Gg* Ganglienkette, *Mk* Mundkegel, *D* Darm, *Cd* Cementdrüsengang, *Ov* Ovarium, *Ab* Abdomen, *P* Penisanlage, *M* Adductor.

Nach längerem oder kürzerem Umherschwärmen heftet sich die Puppe, wenn unter ihrer Haut die Theile des Cirripedienleibes sichtbar werden, mittelst der Haftscheibe ihrer vorgestreckten, armförmig gebogenen Antennen an fremden Gegenständen an, und es beginnt aus der schlauchförmigen Cementdrüse die Abscheidung eines erstarrenden Kittes, welcher die nunmehr dauernde Fixation des jungen Rankenfüsslers verursacht. Bei den Lepadiden wächst der über und zwischen den Haftantennen befindliche Kopftheil mächtig aus, so dass er aus der Schalenhaut, unter welcher die Kalkstücke der Cirripedienschale durchschimmern, hervortritt und nach Abstreifung der chitinigen Puppenhaut den fleischigen, die Befestigung vermittelnden Stiel darstellt, in welchen auch die Ovarialanlagen eintreten (Fig. 451). Die paarigen Augen der schwärmenden Puppe sind abgeworfen, während der unpaare Pigmentfleck verbleibt. Die Mundwerkzeuge treten in voller Differenzirung ihrer Theile hervor, und aus den zweiästigen Ruderfüssen sind kurze, aber bereits vielgliedrige Strudelfüsse geworden.

Fig. 451.



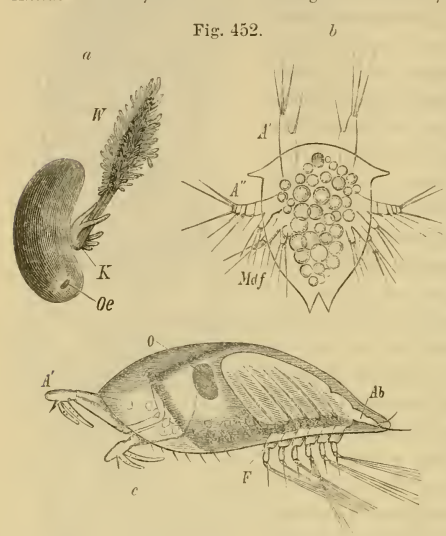
Junge *Lepas* nach Abstossung der beiden hornigen Schalenklappen und Streckung des in der Puppe eingeknickten Vorderkopfes (Stiel), *O* unpaares Auge.

Die Cirripedien sind Bewohner des Meeres und siedeln sich an verschiedenen Gegenständen, z. B. Holzpfählen, Felsen, sowie ferner an Muschelschalen, Krebsen, Haut von Walfischen etc., meist colonieweise an. Einige wie *Lithotrya, Alcippe* und die *Cryptophialiden,* vermögen sich in

Muschelschalen und Korallen einzubohren, während die *Rhizocephalen* an Krebsen schmarotzen. Bei den letzteren wird der Leib sackförmig und verliert sämmtliche Extremitäten, sowie den Darmcanal, während wurzelförmige Ausläufer die Säfte des Wohnthieres (Decapoden) ausziehen (Fig. 452).

1. *Pedunculata.* Körper gestielt, mit sechs Rankenfusspaaren. Mantel meist mit Carina, Scuta und Terga (Fig. 446 *a*). Fam. *Lepadidae.* Stiel deutlich abgesetzt, ohne Kalkplatten. *Lepas* L. (*Anatifa* Brug.), *L. anatifera* L., überall verbreitet. *Conchoderma* Olf. (*Otion, Cineras* Leach.), *C. virgata* Spengl., häufig an Schiffen befestigt. *C. aurita* L. *Anelasma* Darw., Stiel mit wurzelartigen Auswüchsen, welche in die Haut von Squaliden eintreten. *A. squalicola* Lovén. Fam. *Pollicipedidae.* Stiel nicht scharf abgesetzt, beschuppt oder behaart. Schalenstücke sehr stark, der Zahl nach vermehrt. Zuweilen mit Ergänzungsmännchen. *Pollicipes cornucopia* Leach., Ocean und Mittelmeer. *Scalpellum vulgare* Leach., Nordsee und Mittelmeer. *Sc. ornatum* Gray, Südafrika. *Ibla quadrivalvis* Cuv., Südaustralien. *I. Cumingii* Darw., Philippinen. *Lithotrya* Sow.

2. Unterordnung. *Operculata.* Körper ohne oder mit rudimentärem Stiel, von einem äusseren Schalenkranz umgeben, an dessen Spitze die Scuta und Terga einen meist freibeweglichen Deckel mit Musculi depressores bilden (Fig. 446 *b*). *Balanus tintinnabulum* L. Sehr verbreitet und auch fossil bekannt. *B. improvisus* Darw., Brackwasserform. *Chelonobia testudinaria* L., auf Seeschildkröten. *Tubicinella trachealis* Shaw. *Coronula balaenaris* L., südlicher Ocean. *C. diadema* L., nördlicher Ocean.

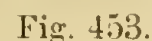


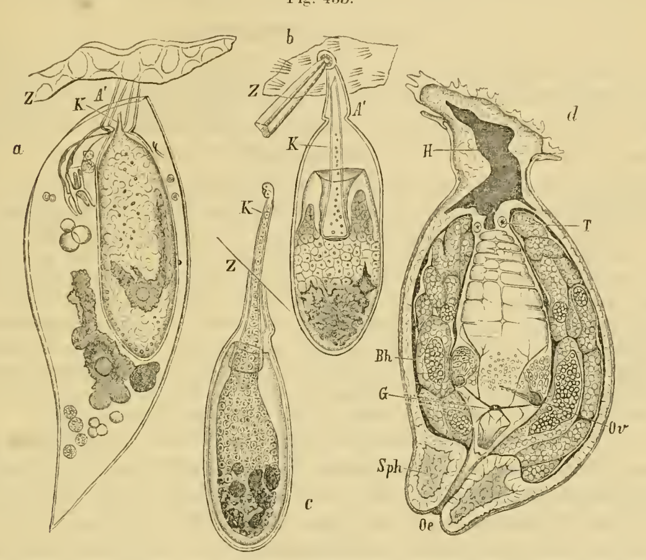
a Sacculina purpurea, nach Fr. Müller. *Oe* Oeffnung des Mantelsackes, *W* Wurzelausläufer, *K* Krone derselben. — *b* Naupliuslarve einer *Sacculina*. *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Mdf* Mandibularfuss. — *c* Puppe von *Lernaeodiscus porcellanae*, nach Fr. Müller. *F* die sechs Beinpaare, *Ab* Abdomen, *A'* Haftantenne, *O* Auge.

Hier schliessen sich an die *Abdominalia.* Der ungleichmässig segmentirte Körper wird von einem flaschenförmigen Mantel umschlossen und trägt am Endabschnitte meist drei Paare von Rankenfüssen. Mundtheile und Darmcanal vollkommen ausgebildet. Sind getrennt geschlechtlich und leben als Parasiten in der Kalkschale von Cirripedien und Mollusken eingegraben. *Alcippe lampas*, Hanc. (Fig. 448) mit Zwergmännchen, bohrt sich Höhlungen in die Columella von Fusus- und Buccinum-Schalen, Küste von England. *Cryptophialus minutus* Darw., in der Schale von Concholepas Peruviana, Westküste von Südamerika. *Kochlorine hamata* Noll, in Höhlungen der Schalen von Haliotis.

Ferner die *Apoda.* Der segmentirte, aus eilf Ringen gebildete Körper entbehrt besonderer Mantelduplicaturen und nähert sich der Form einer Made. Die Haftfühler bandförmig verlängert. Mund zum Saugen eingerichtet mit Mandibeln und Maxillen. Rankenfüsse fehlen. Verdauungscanal rudimentär. Leben als Parasiten im Mantel anderer Cirripedien. Zwitter. *Proteolepas* Darw., *Pr. bivincta* Darw., Westindien.

3. Unterordnung. *Rhizocephala*[1]), *Wurzelkrebse.* Der ausschliesslich dem Kopftheile der Cirripedien entsprechende Körper schlauch- oder sackförmig, ohne Segmentirung und ohne Gliedmassen, mit engem kurzem Haftstiel, an welchem lange, wurzelartig verzweigte Fäden entspringen (Fig. 452). Dieselben durchsetzen den Leib des Wohnthieres und führen dem Parasiten die Nahrung zu. Mantel sackförmig, ohne Kalkstücke, mit enger verschliessbarer Oeffnung. Mund und Darmapparat fehlen. Die meist paarigen Hoden liegen zwischen den Ovarien und münden in die Bruthöhle aus. Leben als Parasiten vornehmlich am Abdomen von Decapoden, deren Eingeweide sie mit ihren wurzelartigen Fäden umschlingen. Bau und Entwicklung wurden am genauesten von Delage an *Sacculina carcini* studirt. Nach den eingehenden Beobachtungen dieses Autors setzt sich die Cypris-ähnliche Larve


Fig. 453.



Larven von *Sacculina carcini* nach Delage. *a* Cyprisstadium nach der Festheftung mittelst der Haftantennen *(A')* am Integument *(Z)* des Abdomens von Carcinus, unter der Haut ist die kentrogone Larve sichtbar. *K* kentrogoner Fortsatz. *b* Die kentrogone Larve nach Abwerfung der Schale des Cyprisstadiums. *c* Späteres Stadium, der Fortsatz *(K)* wächst in das Innere des Trägers ein. *d* Längsschnitt durch eine *Sacculina. Oe* Kloakenöffnung, *Sph* Sphincter der Kloake, *G* Ganglion, *Bh* Bruthöhle mit Eiern gefüllt, *T* Hoden, *Ov* Ovarien, *H* Höhlung des Stieles.

am Hinterleibe einer jungen Krabbe mittelst der Haftantennen fest und dringt, nach Rückbildung von Thorax und Abdomen, sowie nach Abstreifung der Haut zu einem länglich sphärischen Körper reducirt, mittelst eines pfeilförmigen Körperfortsatzes (kentrogones Stadium) in die Leibeshöhle des Wirthes ein (Fig. 453*b*). Dieser Vorgang soll sich in der Weise

[1]) W. Lilljeborg, Les genres Liriope et Peltogaster. Nova acta reg. soc. scient., Upsal., Ser. 3, Vol. III, 1860. Fr. Müller, Die Rhizocephalen. Archiv für Naturgesch., 1862 und 1863. R. Kossmann, Beiträge zur Anatomie der schmarotzenden Rankenfüssler. Verhandl. der med.-phys. Gesellsch. Würzburg, Neue Folge, Tom. IV. Yves Delage, l. c. Archiv de Zoologie expér., 2 Ser., Tom. II, 1884.

vollziehen, dass der gesammte Inhalt des Schlauches in den Leib der jungen Krabbe überwandert und den Milbenpuppen vergleichbar, von einer neuen Cuticula umgeben, zur internen, dem Darme anliegenden Sacculina wird. Die Haut derselben treibt alsdann zahlreiche wurzelförmige Ausläufer um die Eingeweide des Wirthes, und gestaltet sich, während sein mittlerer Theil mit der Ovarialanlage als Anschwellung hervortritt und schliesslich durch die Cuticula des Wirthes nach aussen durchbricht, zum externen Parasitenkörper, mit welchem die im Innern des Wirthes zurückbleibenden Wurzelfortsätze durch einen Stiel verbunden sind. Im Körper der jungen Sacculina haben sich inzwischen Ovarium und Hoden nebst Ganglion und mächtiger Muskulatur des Mantels differenzirt, auch ist die Mantelöffnung gebildet, in deren Umgebung mehrere Cyprisförmige Zwergmännchen [?] anhaften. *Peltogaster paguri* Rathke. *Sacculina carcini* Thomps., *Lernaeodiscus porcellanae* Fr. Müll., Brasilien.

II. Unterclasse. **Malacostraca.**

Kopf und Thorax, bei der wechselnden Zahl der vorderen, zu Mundwerkzeugen umgestalteten Beinpaare nicht scharf abgrenzbar, setzen sich aus 13 Segmenten zusammen und tragen die gleiche Zahl von Gliedmassenpaaren, während der überall wohl abgesetzte Hinterleib (Abdomen) sechs Segmente mit ebensoviel Beinpaaren in sich fasst und mit einer aus dem Terminalabschnitte des Leibes hervorgegangenen Platte *(Telson)* abschliesst.

Unter den lebenden Crustaceen gibt es eine Gattung, *Nebalia* (Fig. 454 *a*, *b*), welche den Malacostraken der Organisation nach sehr nahe steht, jedoch durch eine grössere Zahl von Abdominalsegmenten abweicht, indem auf sechs gliedmassentragende Abdominalsegmente noch zwei gliedmassenfreie Segmente und gestreckte Furcaläste folgen. Diese merkwürdige, lange Zeit hindurch als Phyllopod betrachtete Form, welche in Wahrheit den Malacostraken viel näher steht, hat somit in der Gestaltung des terminalen Abschnittes des Abdomens noch nicht die besondere Form der Schwanzplatte, des Telsons, zur Erscheinung gebracht. Wahrscheinlich handelt es sich in *Nebalia* um ein in die Jetztwelt hineinreichendes Glied einer sehr alten Crustaceengruppe, welche zu dem Malacostrakentypus hinführte.

Der Kopf der Malacostraken fasst überall ausser dem Mandibelsegmente, an welchem zwei Paragnathen (wahrscheinlich vom ersten Maxillenpaare abgesonderte Laden) eine Art Unterlippe bilden, noch die Segmente von zwei Maxillenpaaren in sich, deren Gestalt den Charakter von Füssen bewahrt. Die nachfolgenden acht Gliedmassenpaare des Mittelleibes können untereinander noch nahezu gleich oder doch sehr ähnlich gestaltet sein und zwei mehrgliedrige Aeste besitzen, daher als sog. Spaltfüsse erscheinen *(Schizopoden)*. Eine solche Gliedmasse ist als Grundform der Malacostrakengliedmassen zu betrachten. Dieselbe besteht aus einem zweigliedrigen Stamme, einem fünfgliedrigen Innenast (Endopodit) und einem geisselförmigen Aussenast (Exopodit). Dazu kommen am Basalgliede des Stammes Anhänge, die entweder beinartig verlängert, beziehungsweise lamellös verbreitert sind (Epipodit), oder zarthäutige, verschieden gestaltete Kiemenschläuche darstellen. In der Regel aber tritt wenigstens der vorderste Brustfuss in den Dienst der Nahrungsbearbeitung und gewinnt als „*Maxillarfuss*“ eine vermittelnde Form zwischen Maxille und Thoracalbein. In diesem Falle erscheint gewöhnlich der gesammte Vorderkörper, das Segment des Maxillarfusspaares mit eingeschlossen, kopfartig abgesetzt, während sieben Brustsegmente mit eben-

soviel Beinpaaren freie Ringe des Mittelleibes bleiben, welchen sich der sechsgliedrige Hinterleib mit seinen Beinpaaren *(Pleopoden)* nebst Telson anschliesst (Ringelkrebse, *Arthrostraca).* In anderen Malacostrakengruppen verhalten sich auch noch das nächste oder die beiden nächstfolgenden Paare von Brustbeinen als Kieferfüsse, ohne dass es zu einer scharfen Absetzung von Kopf und Mittelleib kommt. Häufig wird der letztere wenigstens theilweise von einer schildförmigen Duplicatur überdeckt *(Thoracostraca),* welche morphologisch der Phyllopodenschale entspricht und sich als mehr oder minder umfangreicher, mit dem Rücken des Thorax verwachsener Schalenpanzer ausbildet, unter welchem die hinteren, selten sämmtliche Brustsegmente als freie Ringe gesondert bleiben können. Die Beinpaare des Hinterleibes sind minder umfangreich und meist einfacher gegliedert. Sie dienen oft zum Strudeln oder Schwimmen, zuweilen aber zu Nebenleistungen, wie zum Tragen der Eier oder als Hilfsorgane der Begattung.

1. Leptostraca.[1]

Malacostraken mit zweiklappiger, den Kopf und Mittelleib umlagernder Schalenduplicatur und beweglicher Kopfplatte an derselben, mit acht wohlabgegrenzten Brustsegmenten und mit viel- (8)gliedrigem, in einen Schwanzstachel oder in zwei Furcaläste endigendem Abdomen.

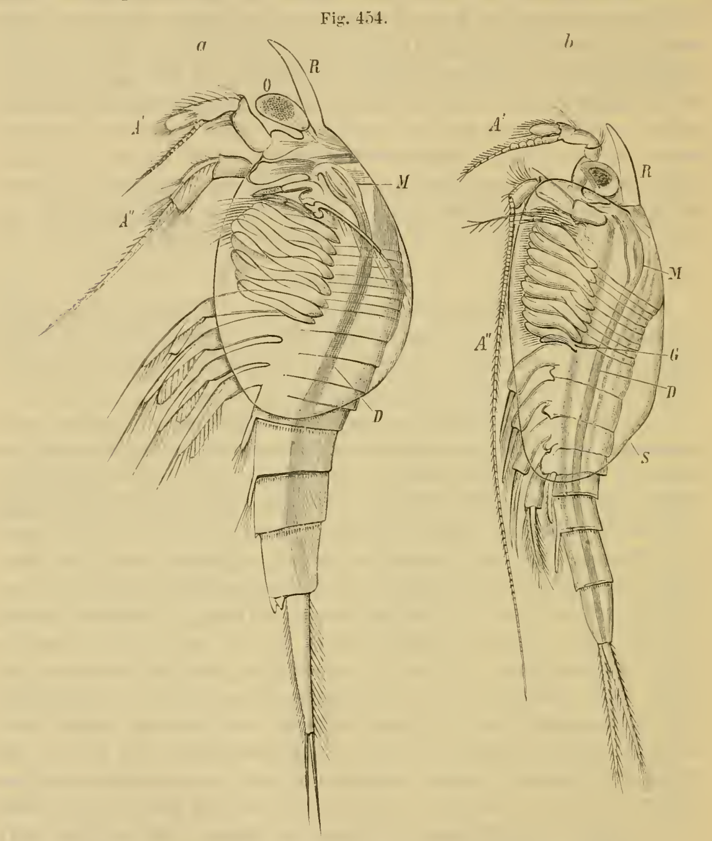
An dem stark comprimirten, von den Schalenklappen bedeckten Leibe entspringen unterhalb der Kopfplatte zwei bewegliche Stielaugen, weiter abwärts die beiden Antennenpaare, von denen das vordere auf viergliedrigem Schaft eine borstenrandige Schuppe und eine vielgliedrige Geissel trägt. Auch der dreigliedrige Schaft der hinteren Antenne setzt sich in eine lange, beim Männchen bis zum hinteren Körperende reichende Geissel fort. Mandibeln mit dreigliedrigem Taster. Vordere Maxillen dreilappig, mit langem, beinartig verlängertem, als Putzfuss dienendem Taster, die zweiten Maxillen nach Art eines Phyllopodenfusses gelappt. An den acht deutlich abgegliederten Brustsegmenten erheben sich ebensoviele lamellöse Beinpaare mit Innen- und Aussenast und zweizipfeligem Kiemenanhang (Fig. 425 *Ep).* Die vier langgestreckten vorderen Segmente des Abdomens tragen zweiästige Amphipoden-ähnliche Schwimm- und Strudelfüsse. Der frei aus der Schale hervorragende hintere Abschnitt des noch an zwei Segmenten Fussstummel tragenden Abdomens verjüngt sich nach dem Ende zu und erhält in zwei langen borstenrandigen Furcalästen seinen Abschluss (Fig. 454).

Das Nervensystem besteht aus einem grossen zweilappigen Gehirn und einem langgestreckten Bauchstrang mit 17 Ganglienpaaren, von denen nur

[1]) Ausser den citirten Werken von Leach, Latreille, M. Edwards vergl. C. Claus, Crustaceensystem l. c. Wien 1876. Packard, The order Phyllocarida and its systematic position. A Monograph of the Phyllopod Crustacea etc. Boston 1883. G. O. Sars, Report on the Phyllocarida. Challenger Exp., Tom. XIX, 1887. C. Claus, Ueber den Organismus der Nebaliden und die systematische Stellung der Leptostraken. Arbeiten des zool. Inst. d. Universität Wien, Tom. VIII, 1888.

die sechs letzten des Abdomens durch lange ansehnliche Längscommissuren von einander abstehen. Der Oesophagus geht in einen mittelst Muskeln am Integumente befestigten, mit Borstenleisten und Kieferplatten bewaffneten Vormagen über. Am Anfang des Darmrohres finden sich zwei kurze, nach vorne gerichtete und sechs lange, den ganzen Leib durchsetzende

Fig. 454.



Nebalia Geoffroyi, stark vergrössert. *a* Weibchen. *b* Männchen. *R* Rostralplatte. *O* Stielauge, *A'*, *A''* die beiden Antennen, *M* Vormagen, *D* Darm, *S* Schale, *G* Vas deferens.

Leberschläuche. Der kurze, mittelst Dilatatoren befestigte Afterdarm beginnt mit einem dorsalen, nach vorn gerichteten Blindschlauch und mündet, von zwei dreieckigen Chitinplatten bedeckt, zwischen den Furcalästen aus. Eine Antennendrüse ist vorhanden, ebenso eine rudimentäre Schalendrüse. Das langgestreckte Herz durchsetzt die Brust und den vorderen Abschnitt des Abdomens und besitzt vier grosse und drei kleine venöse Ostienpaare.

Das vordere und hintere Ende desselben setzt sich in Aorten fort. Die Blutbewegung erfolgt in regelmässigen Bahnen der Leibeshöhle und in engen gefässartigen Canälen der Schale. Von Bedeutung ist das Vorhandensein eines mächtigen, dem Schalenschliesser der Ostracoden entsprechenden Schliessmuskels beider Schalenklappen.

Ovarien und Hoden erstrecken sich als lange Schläuche seitlich vom Darm durch Brust und Abdomen, die Ausführungsgänge der Ovarien münden am drittletzten, die der Hoden am letzten Brustsegmente. Das Männchen ist leicht an den dichter gehäuften Spürhaaren der Vorderantennen, sowie an der bedeutenderen Länge der hinteren Antennen zu erkennen. Das Weibchen trägt die abgelegten Eier zwischen den Brustbeinen bis zum Ausschlüpfen der Jungen.

Die Embryonalentwicklung wird durch eine partielle Dotterfurchung eingeleitet und bildet vielfache Aehnlichkeit mit jener der Mysideen. Die ausschlüpfenden Jungen besitzen eine noch rudimentäre Schale und ein noch rudimentäres viertes Pleopodenpaar.

Die Nebalien gehören durchaus dem Meere an, nähren sich von thierischen Stoffen und besitzen eine ungewöhnliche Lebenszähigkeit.

Fam. *Nebalidae*. *Nebalia* Leach. *Nebalia Geoffroyi* M. Edw., Adria und Mittelmeer. *N. bipes* Fabr., Grönland. *Paranebalia* Cls., *P. longipes* W. Suhm. *Nebaliopsis* G. O. Sars.

Mit den Leptostraken verwandt sind die paläozoischen als *Archaeostraken* zu bezeichnenden *Ceratiocariden*, welche bei viel bedeutenderer Körpergrösse mit stärkeren Schalenklappen, vielgliedrigem Hinterleib und drei oder mehrstacheligem Schwanzende versehen sind.

Leider lässt sich über die nähere Beschaffenheit der Gliedmassen und die innere Organisation dieser paläozoischen, nach höchst unvollständig erhaltenen Resten bekannt gewordenen Formen nichts Sicheres aussagen. Die Thiere lebten im Meere oder Brackwasser. Die beweglichen Seitenstacheln am Schwanzstachel (Telson) scheinen Gliedmassen zu entsprechen.

Fam. *Ceratiocaridae*. *Ceratiocaris* M'Coy. *C. papilio* Salt., oberer Silur. *Dictyocaris* Salt.; oberer Silur. *Hymenocaris* Salt., Cambrische Lingula-Schiefer.

2. Arthrostraca[1]) (Edriophthalmata), Ringelkrebse.

Malacostraken mit sessilen Seitenaugen, mit meist sieben, seltener sechs mehr oder weniger gesonderten Brustsegmenten und ebensoviel einästigen Beinpaaren, ohne Schalenduplicatur.

Der kopfähnlich abgesetzte Vordertheil des Cephalothorax, meist schlechthin als Kopf bezeichnet, trägt vier Antennen und die beiden Mandibeln, ferner vier Maxillen- und ein Maxillarfuss- oder Beikieferpaar, also im Ganzen sechs Gliedmassenpaare.

Auf den Kopf folgen in der Regel sieben freie Brustringe mit eben-

---

[1]) Ausser den Werken von Latreille, M. Edwards, Dana u. A. vergl. Spence Bate und J. O. Westwood, A History of the British sessile-eyed Crustacea, Tom. I und II. London 1863—1868. G. O. Sars, Histoire naturelle des Crustacés d'eau douce de Norvège. Christiania 1867. Y. Delage, Contributions à l'étude de l'appareil circul. des Crustacés Édriophthalmes marins. Arch. de zool. expér. et génér., Tom. IX, 1881.

soviel zum Kriechen oder Schwimmen dienenden Beinpaaren (Fig. 455*a*). Selten ist die Zahl der gesonderten Brustsegmente auf sechs *(Tanais)* oder fünf *(Anceus)* beschränkt, indem das vordere, beziehungsweise auch zweite der Brustsegmente mit dem Kopfe in nähere Verbindung getreten und zu einem grösseren Kopfbruststück vereinigt ist. Auch kann in diesem Falle *(Tanais)* das Rudiment einer Schalenduplicatur nebst Athemhöhle auftreten.

Das auf die Brust folgende Abdomen umfasst in der Regel sechs beintragende Segmente und eine gliedmassenlose, das Endsegment repräsentirende einfache oder gespaltene Platte. Indessen kann sich die Zahl der Abdominalsegmente und Beinpaare reduciren *(Isopoden)*, ja sogar das ganze Abdomen ein ungegliederter stummelförmiger Anhang werden *(Laemodipoden)* (Fig. 457).

Die beiden Augen sind überall sessile zusammengesetzte Augen mit glatter oder facettirter Hornhaut, niemals Stielaugen (daher *Edriophthalmata*).

Sehr verbreitet treten an den vorderen Antennen zarte Spürfäden auf, besonders zahlreich im männlichen Geschlecht.

Am *Verdauungscanal* findet sich ein kurzer, nach aufwärts steigender Oesophagus und ein weiter, durch feste Hornleisten gestützter, sowie oft mit kräftigen Chitinplatten bewaffneter Vormagen, auf welchen ein längerer, mit zwei bis drei Paaren von Leberschläuchen versehener Magendarm folgt. Der Enddarm mündet am hinteren Körperende aus. Ueberall findet sich als Centralorgan des *Kreislaufes* ein Herz, welches entweder röhrenartig verlängert, durch die Länge der Brust verläuft *(Amphipoda)* (Fig. 456), oder nach dem Hinterleib gerückt, sackförmig verkürzt erscheint *(Isopoda)*. Im ersteren Falle liegen die Kiemen als schlauchförmige Anhänge an den Brustfüssen, im letzteren sind sie dagegen die inneren Aeste der Pleopoden. Aus dem Herzen strömt das Blut durch eine vordere und hintere Aorta, sowie meist auch durch seitliche Arterien aus. Die Gefässe führen das Blut in die Leibeshöhle, von wo es in regelmässigen Strömungen nach den seitlichen Spaltenpaaren des Herzens zurückkehrt.

Die Männchen unterscheiden sich häufig von den Weibchen durch Umformung bestimmter Gliedmassentheile zu Klammerorganen, durch eine ansehnlichere Entwicklung der Spürfäden an den vorderen Antennen, sowie durch die Lage der Geschlechtsöffnungen und die Begattungsorgane. Seltener kommt es zu einem ausgeprägten Dimorphismus *(Bopyrus, Praniza)*.

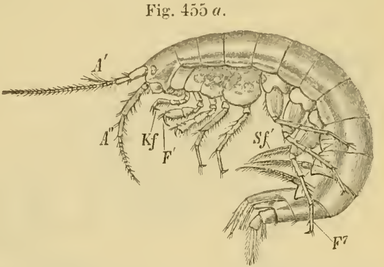
Die reifen Eier werden von den Weibchen in der Regel in Bruträumen umhergetragen, zu deren Bildung sich lamellöse Anhänge der Brustfüsse zusammenlegen. Die Entwicklung erfolgt in der Regel ohne Metamorphose, indessen sind nicht selten Körperform und Gliedmassen jugendlicher Thiere abweichend gestaltet. Fossile Ringelkrebse finden sich im Oolith *(Archaeoniscus)*. *Prosoponiscus* ist permisch, *Amphipeltis* devonisch.

1. Ordnung. **Amphipoda**[1]**, Flohkrebse.**

Ringelkrebse mit seitlich comprimirtem Leib, mit Kiemen an den Brustfüssen und mit langgestrecktem Abdomen. Die drei vorderen Segmente desselben tragen Schwimmfusspaare, die drei hinteren nach hinten gerichtete Springfüsse.

Die Amphipoden sind kleine, nur selten mehrere Zoll lange *(Lysianassa magellanica)* Ringelkrebse, welche sich im Wasser vorwiegend schwimmend und springend fortbewegen. Der bald kleine *(Crevettinen*, Fig. 455*a)*, bald umfangreiche und stark aufgetriebene (*Hyperinen*, Fig. 456) Kopf (Kopfbruststück) ist scharf abgesetzt und nur in der aberranten Gruppe der *Laemodipoden* mit dem ersten der sieben sonst freien Brustsegmente verschmolzen (Fig. 457).

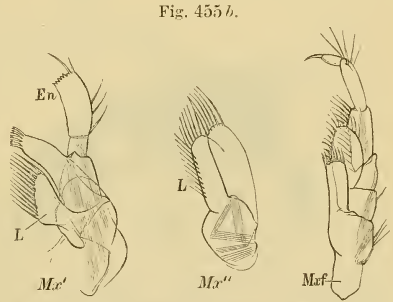
Fig. 455 *a*.



Gammarus neglectus, nach G. O. Sars, mit Eiern zwischen den Brutblättern am Thorax. *A'*, *A''* die beiden Antennen, *Kf* Kieferfuss, F^1 bis F^7 die sieben Beinpaare der Brust, *Sf'* erster Schwimmfuss des Abdomens.

Beide Antennenpaare bestehen meist aus einem stämmigeren kürzeren Schaft und einer langen vielgliedrigen Geissel, die aber mehr oder minder verkümmern kann. Die vorderen, beim Männchen wohl durchweg längeren Fühler tragen nicht selten eine kurze Nebengeissel und bieten in ihrer besonderen Gestaltung zahlreiche Modificationen. Bei den *Hyperinen* sind sie im weiblichen Geschlechte sehr kurz, im männlichen dagegen von ansehnlicher Länge und dicht mit Spürhaaren besetzt. Die hinteren Antennen sind häufig länger als die vorderen, bei den männlichen *Typhiden* ziekzackförmig zusammengelegt und bei den *Corophiiden* zu starken beinähnlichen Extremi-

Fig. 455 *b*.



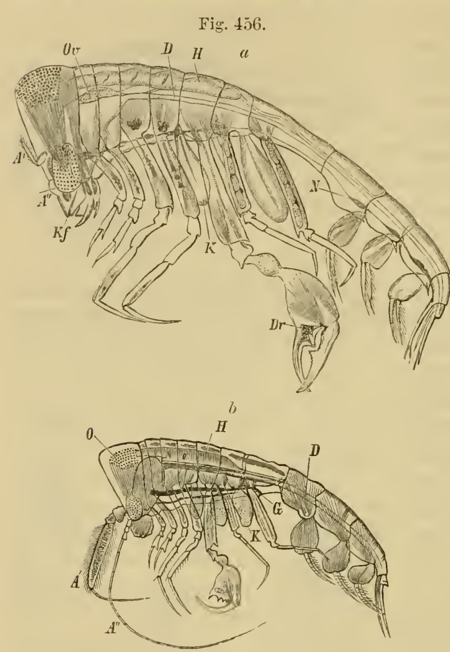
Mx' erste Maxille, *Mx''* zweite Maxille, *Mxf* Maxillarfuss von *Gammarus*.

[1]) C. Spence Bate, Catalogue of the specimens of Amphipodous Crustacea in the collection of the British Museum. London 1862. E. van Beneden et Em. Bessels, Mémoire sur la formation du Blastoderme chez les Amphipodes etc. Bruxelles 1868. C. Claus, Der Organismus der Phronimiden. Arb. aus dem zool. Institute der Univ. Wien, Tom. II, 1879. O. Nebeski, Beiträge zur Kenntniss der Amphipoden der Adria. Arb. aus dem zool. Institute etc. Wien, Tom. III, 1881. Paul Mayer, Caprelliden. Leipzig 1882. C. Claus, Die Platysceliden. Wien 1887. Thomas R. R. Stebbing, Report of the Amphipoda collected by H. M. S. Challenger etc. 1888. G. O. Sars, An Account of the Crustacea of Norway. 2. Bd. Christiania. 1890—1895. Vergl. ferner C. Bovallius u. A.

täten umgebildet. Dagegen können sie beim Weibchen bis auf das Grundglied rückgebildet sein *(Phronima)* (Fig. 456 *a*).

Die Mandibeln sind kräftige Kauplatten mit scharfem, gezahntem Kaurand und unterem Kaufortsatz, meist mit dreigliedrigem, zuweilen verkümmerten Taster. Ebenso tragen die vorderen zweilappigen Maxillen in der Regel einen kurzen zweigliedrigen Taster, während sich die Maxillen des zweiten Paares auf zwei ansehnliche, einer gemeinsamen Basis aufsitzende Laden beschränken (Fig. 455 *b*). Die Kieferfüsse verschmelzen zu einer Art Unterlippe, die entweder dreilappig ist *(Hyperinen)*, oder auf gemeinsamem Basalschnitt ein inneres und äusseres Ladenpaar trägt, von denen das letztere dem Grundgliede des ansehnlichen fünfgliedrigen, häufig beinförmigen Endopoditen zugehört *(Crevettinen* und *Laemodipoden)*.

Fig. 456.



Phronima sedentaria. *a* Weibchen. *b* Männchen. *O* Auge, *A'*, *A''* die beiden Antennenpaare, *Kf* Kiefer, *D* Darm, *H* Herz mit Aorta, *K* Kiemen, *N* Nervensystem, *Dr* Drüsen in der Greifzange des fünften Beinpaares, *Ov* Ovarium, *G* Geschlechtsöffnung.

Als Kiemen fungiren zarthäutige Schläuche, welche, dem Coxalgliede der Brustbeine angeheftet, durch lebhafte Bewegungen der Schwimmfüsse des Abdomens beständig neues Wasser zugeführt erhalten. Im weiblichen Geschlechte finden sich neben den Kiemen noch Epipodialanhänge als lamellöse Platten, welche sich unter der Brust zur Bildung der Brusttasche zusammenlegen.

Die Ovarien bilden zwei einfache oder verästelte Schläuche mit ebensoviel Oviducten, welche am drittletzten Brustsegmente ausmünden. Aehnlich erscheinen die Hoden jederseits aus einem Schlauche gebildet, dessen Samenleiter am letzten Brustsegmente sich öffnen.

Die Männchen unterscheiden sich von den Weibchen nicht nur durch den Mangel der Brutblätter, sondern der durch stärkere Ausbildung der Greif- und Klammerhaken an den vorderen Brustfüssen, sowie durch abweichende Antennenbildung (Fig. 456 *b*).

Die in die Bruttasche gelangten Eier entwickeln sich unter dem Schutze des mütterlichen Körpers. Bald erleidet der Dotter (*G. locusta* und andere marine Arten) eine totale Furchung, bald *(G. pulex)* sondert sich nach vorausgegangener superficialer Furchung eine peripherische Zellenlage, von welcher unterhalb der Eihaut eine cuticulare Blastodermhaut abgeschieden wird. Es bildet sich sodann ein bauchständiger Primitivstreifen und an der Rückenseite unterhalb einer irrthümlich als Mikropyle aufgefassten Differenzirung ein eigenthümliches kugelförmiges Organ, die Anlage der auf das Embryonalleben beschränkten Nackendrüse. Die Gliedmassenpaare sprossen an dem nach der Bauchseite umgeschlagenen Embryonalleib in der Richtung von vorne nach hinten hervor. Die aus den Eihüllen ausschlüpfenden Jungen besitzen in der Regel bereits sämmtliche Gliedmassenpaare und im Wesentlichen die Gestaltung des ausgebildeten Thieres, während die Gliederzahl der Antennen und die besondere Form der Beinpaare noch Abweichungen bietet. Nur bei den *Hyperinen* können die Abdominalfüsse noch fehlen und die Abweichungen des jugendlichen Leibes so bedeutend sein, dass man denselben eine Metamorphose zuschreibt.

Die Amphipoden leben grossentheils frei im süssen und salzigen Wasser (von Bedeutung ist das Vorkommen arktischer Arten in den Seen Schwedens

Fig. 457.



Männchen von *Caprella aequilibra*, nach P. Mayer.

und Norwegens), einige indessen sind Röhrenbewohner *(Cerapus)*, andere halten sich in Gängen zernagten Holzes *(Chelura)* auf. Von besonderem Interesse ist die bedeutende Grösse der Tiefseebewohner, welche, wie ein der Gattung *Iphimedia* nahestehender Gammaride und *Cystosoma Neptuni* (Hyperide), einige Zoll lang werden. Die *Hyperinen* halten sich vornehmlich an glashellen Seethieren, insbesondere Quallen auf und können, wie die weibliche *Phronima sedentaria,* mit ihrer gesammten Brut in glashellen Tönnchen, ausgefressenen Pyrosomen und Diphyiden, Wohnung nehmen. Die *Cyamiden* unter den Laemodipoden sind Parasiten an der Haut von Walfischen.

1. Unterordnung. *Laemodipoda, Kehlfüssler.* Amphipoden, mit kehlständigem vorderen Beinpaar und stummelförmigem Abdomen.

Das erste der sieben Thoracalsegmente ist mit dem Kopfe mehr oder minder innig verschmolzen und das demselben zugehörige Beinpaar an die Kehle gerückt (Fig. 457). Die Kieferfüsse sind zu einer viertheiligen Unterlippe mit langen Endopoditen umgebildet. Die Kiemenschläuche bleiben meist auf das dritte und vierte Brustsegment reducirt, dessen Beine oft verkümmern oder bis auf das stummelförmige, nicht abgesetzte Basalglied aus-

fallen. Die Beine enden mit Klammerhaken. Beim Männchen ist die Greifhand am Beinpaare des ersten freien Brustsegmentes viel stärker als beim Weibchen. Das Abdomen ist klein, zu einem kurzen, gliedmassenlosen Höcker verkümmert.

Caprella linearis L. Körper linear gestreckt. Leben an Hydroiden und Bryozoenstöckchen, von denen sie sich ernähren. *C. aequilibra* Sp. B., Mittelmeer (Fig. 457). *Cyamus ceti* L. Walfischlaus. Körper breit und flach mit ganz rudimentärem Abdomen. Leben parasitisch an der Haut der Cetaceen.

2. Unterordnung. *Crevettina.* Amphipoden mit kleinem Kopf, wenig umfangreichen Augen und vielgliedrigen beinförmigen Kieferfüssen.

Beide Antennenpaare sind lang und vielgliedrig, beim Männchen umfangreicher als im weiblichen Geschlechte. Gewöhnlich sind wie bei *Gammarus* die oberen oder vorderen Antennen die längeren und tragen auf dem mehrgliedrigen Schaft neben der Hauptgeissel eine kleine Nebengeissel (Fig. 455 *a*). Indessen kann auch der umgekehrte Fall eintreten, wie bei *Corophium,* deren hintere Antennen beinartig verlängert sind. Die Kieferfüsse sind überall an ihrer Basis verwachsen und bilden eine grosse Unterlippe meist mit vier Laden und zwei beinähnliche Endopoditen. Die Coxalglieder der Brustbeine gestalten sich zu breiten umfangreichen *Epimeralplatten.* Das Abdomen ist stets vollzählig gegliedert. Die drei hinteren Fusspaare desselben *(Uropoden)* sind wohl entwickelt und oft griffelförmig verlängert. Sind in erstaunlichem Formenreichthum vornehmlich in den kälteren Meeren verbreitet.

Fam. *Corophiidae.* Körper seitlich nicht comprimirt. Untere Antennen mehr oder minder beinförmig gestaltet. Coxalglieder der Beine häufig sehr klein. Bewegen sich mehr schreitend. *Corophium longicorne* Fabr., Küsten der Nordsee, gräbt sich Gänge im Schlamm. *Cerapus tubularis* Say, lebt in Röhren. *Podocerus variegatus* Leach., Küste von England. Hier schliesst sich *Chelura terebrans* Phil. an. Zernagt mit *Limnoria lignorum* Bretter und Pfahlwerk in der See. Nordsee und Mittelmeer.

Fam. *Orchestiidae.* Vordere Antennen meist kurz, stets ohne Nebenast. Hinteres Uropodenpaar einästig und kürzer als die vorausgehenden Paare. Leben am Strande, besonders am sandigen Meeresufer und bewegen sich springend. *Talitrus saltator* Mont. = *T. locusta* Latr. Am sandigen Meeresufer Europas. *Orchestia littorea* Mont., Nordsee.

Fam. *Gammaridae.* Vordere Antenne oft mit Nebenast, stets länger als der Schaft der hinteren. Die Coxalplatten der vier vorderen Beinpaare stark verbreitert. Bewegen sich mehr schwimmend als springend. *Gammarus pulex* L., *G. fluviatilis* Rös., Süsswasserformen. *G. marinus* Leach. Bei dem blinden *Niphargus* Schiödte fehlen die Krystallkegel und das Augenpigment. *N. puteanus* Koch, in tiefen Brunnen und Seen (Genfer See). *Lysianassa Costae* Edw., Mittelmeer. *L. atlantica* Edw., *L. magellanica* Lillj.

3. Unterordnung. *Hyperina.* Amphipoden mit grossem, stark aufgetriebenem Kopf, umfangreichen, meist in Scheitel- und Wangenauge getheilten Augen, mit rudimentärem, als Unterlippe fungirendem Kieferfusspaar.

Die Antennen sind bald kurz und stummelförmig, bald von ansehnlicher Grösse und beim Männchen in eine vielgliedrige Geissel verlängert *(Hyperiden).* Die hinteren Antennen können im weiblichen Geschlechte bis auf das den Drüsenschlauch umschliessende Basalglied ganz wegfallen (*Phronima,* Fig. 456), beim Männchen dagegen zickzackförmig nach Art eines Meterstabes zusammengelegt sein *(Platyscelidae).* Ein paariges Gehörbläschen kann oberhalb des Gehirns auftreten *(Oxycephalus).* Die Kieferfüsse bilden unter Reduction der Endopoditen eine kleine zwei- oder dreilappige Unterlippe. Die Beinpaare enden theilweise mit kräftiger Greifhand oder Scheere. Caudalgriffel bald lamellös und flossenartig, bald stielförmig. Die Entwicklung erfolgt mittelst Metamorphose. Leben vornehmlich an Quallen und schwimmen sehr behend.

Fam. *Hyperidae.* Kopf kugelig, fast ganz von den Augen erfüllt. Beide Antennenpaare freiliegend, mit mehrgliedrigem Schaft, beim Männchen mit langer Geissel. Mandibel mit dreigliedrigem Taster. Fünftes Fusspaar dem sechsten und siebenten meist gleichgebildet, mit klauenförmigem Endglied. *Hyperia (Lestrigonus* Edw.) *medusarum* O. Fr. Müll.

(H. galba Mont. = *H. Latreilli* Edw.), mit *Lestrigonus exulans* Kr. als Männchen, Nordmeere, Adria und Mittelmeer.

Fam. *Phronimidae.* Kopf gross, mit prominirender Schnauze und grossem getheilten Auge. Vordere Antennen im weiblichen Geschlecht kurz, nur zwei oder dreigliedrig, beim Männchen mit langer vielgliedriger Geissel und dicht mit Riechhaaren besetztem Schaft. Die Thoracalbeine theilweise mit kräftigen Greifwaffen. *Phrosina nicaeensis* Edw., *Phronima sedentaria* Forsk. Das Weibchen lebt mit seiner Brut in glashellen Tönnchen, ausgefressenen Pyrosomen und Diphyiden, Mittelmeer (Fig. 456).

Fam. *Platyscelidae.* Beide Antennenpaare unter dem Kopfe verborgen, die vorderen klein, im männlichen Geschlechte mit stark aufgetriebenem buschigen Schaft und kurzer schmächtiger, wenig gliedriger Geissel. Die hinteren Antennen beim Männchen sehr lang, zickzackförmig drei- bis viermal zusammengelegt, beim Weibchen kurz und gerade gestreckt, zuweilen ganz reducirt. Basalglieder des fünften und sechsten Beinpaares meist zu grossen Deckplatten der Brust verbreitert. Siebentes Beinpaar meist rudimentär. *Eutyphis (Typhis* Risso) *ovoides* Risso *(Platyscelus serratus* Sp. Bate), Mittelmeer. *Oxycephalus piscator* Edw., Indischer Ocean.

2. Ordnung. **Isopoda**[1]**), Asseln.**

Ringelwürmer von vorherrschend breiter, bald abgeflachter, bald mehr oder minder gewölbter Körperform, mit sieben freien Brustringen und als Kiemen fungirenden inneren Fussästen des kurzgeringelten, oft reducirten Abdomens.

Der Bau des abgeflachten, von harter, in der Regel incrustirter Haut bedeckten Körpers zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit dem der Amphipoden, welchen die in mehrfacher Hinsicht divergirenden Scheerenasseln am nächsten stehen. Indessen ist das Abdomen meist stark verkürzt und aus sechs kurzen, oft mit einander verschmolzenen Segmenten zusammengesetzt, welche mit einer umfangreichen schildförmigen Schwanzplatte abschliessen. Die Beine desselben sind nur ausnahmsweise Schwimmfüsse (Scheerenasseln), in der Regel zu Kiemenlamellen und Deckplatten dieser geworden. Das sechste Pleopodenpaar kann flossenförmig oder griffelähnlich gestaltet sein.

Die vorderen Fühler bleiben, von wenigen Ausnahmen abgesehen. kürzer als die hinteren und äusseren Antennen, seltener (Landasseln) verkümmern sie so sehr, dass sie unter dem Kopfschilde verborgen bleiben. Nur ausnahmsweise *(Apseudes)* tragen sie zwei Geisseln. Wie bei den Amphipoden treten auch an den Fühlern der Asseln blasse Fiederborsten und Spürzapfen auf. Auch können kleine Säckchen als Reste der Antennen-

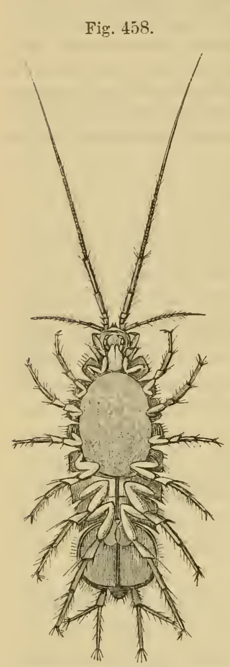
---

[1]) H. Rathke, Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung der Wasserassel. Leipzig 1832. Cornalia et Panceri, Osservazione zool. anat. sopra un nuovo genere de Crustacei Isopodi sedentarrii. Torino 1858. A. Dohrn, Die Embryonalentwicklung des Asellus aquaticus. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XVII, 1867. N. Bobretzky, Zur Embryologie des Oniscus murarius. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXIV, 1874. R. Walz, Ueber die Familie der Bopyriden etc. Arb. aus dem zool. Institute etc. Wien, Tom. IV, 1882. A. Giard et J. Bonnier, Contiibutions à l'étude des Bopyriens, Trav. de l'Inst. zool. de Lille, Tom. V, 1887. Dieselben, Contributions à l'étude des Épicarides. Bulletin scientif de la France et de la Belgique 1895.

drüse im Basalgliede vorhanden sein. Mächtiger ist die in der Maxillarregion ausgebreitete Schalendrüse entwickelt.

Von den Mundwerkzeugen, die bei einigen parasitischen Asseln zum Stechen und Saugen umgestaltet sind, tragen die Mandibeln, mit Ausnahme jener der *Bopyriden* und Landasseln, oft einen dreigliedrigen Taster. Dagegen entbehren die beiden meist zwei- oder dreilappigen Maxillenpaare, mit Ausnahme der *Tanaiden*, der Tasteranhänge. Ueberaus verschieden verhalten sich die eine Art Unterlippe darstellenden Maxillarfüsse, da Ladentheile und Endopoditen in ihrem gegenseitigen Verhältnisse mannigfache Formvariationen gestatten.

Fig. 458.



Asellus aquaticus nach G. O. Sars. Weibchen mit Brutsack, von der Bauchseite.

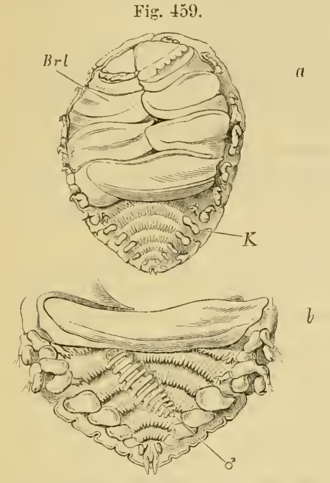
In der Regel sind die sieben Beinpaare der Brust-, Schreit- oder Klammerfüsse und tragen theilweise beim Weibchen zarthäutige Platten zur Bildung einer Bruttasche (Fig. 458). Das vordere derselben tritt mit seinem Segmente in einzelnen Fällen mit dem Kopfe in Verbindung, so dass ein kleiner Cephalothorax entsteht, der selbst von einer Hautduplicatur überwölbt sein kann *(Tanaiden)*. Die Anlage dieser Duplicatur ist auch an den Embryonen der Wasserasseln in Form gelappter Anhänge erhalten, wird aber hier rückgebildet, während sie bei den Scheerenasseln die Entstehung eines Kopfbrustschildes mit Athemhöhle und schwingendem Kiemenanhang veranlasst.

Niemals finden sich an den Brustfüssen Kiemen, welche durch die zarthäutigen inneren Pleopodenäste hergestellt werden. Häufig ist das vordere Pleopodenpaar zu einem grossen, die folgenden Paare überlagernden Deckel umgestaltet. Bei gewissen Landasseln *(Porcellio* und *Armadillo)* sind die Deckplatten der beiden vorderen Paare von einem System luftführender Räume erfüllt, welche die Respiration zu unterstützen scheinen. Im Gegensatze zu den Amphipoden liegt das Herz, in den hinteren Brustsegmenten oder im Abdomen, nur bei den Scheerenasseln *(Tanaiden)* liegt dasselbe in den Brustsegmenten.

Die Geschlechtsorgane sind (mit Ausnahme der *Cymothoideen*) auf verschiedene Individuen vertheilt und entsprechen nach Lage und Gliederung ihrer Abschnitte im Allgemeinen denen der Amphipoden. Beiderlei Geschlechtsthiere unterscheiden sich auch durch äussere Sexualcharaktere, welche in einzelnen Fällen *(Bopyriden)* zu einem höchst ausgeprägten Dimorphismus führen (Fig. 459 *a*, *b*). Beim Männchen vereinigen sich jederseits

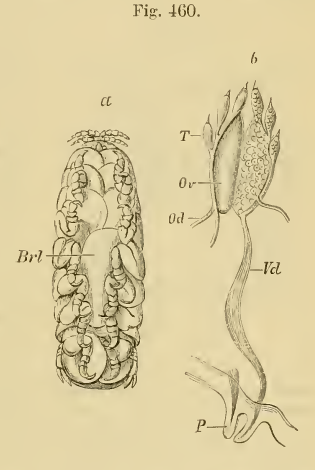
drei Hodenschläuche zu einem aufgetriebenen Samenbehälter, aus welchem die Samenleiter hervorgehen. Dieselben verlaufen entweder in ihrer ganzen Länge gesondert und treten am Ende des letzten Thoracalsegmentes je in einen cylindrischen Anhang ein *(Asellus)*, oder sie vereinigen sich in einer gemeinsamen medianen Penisröhre, welche an der Basis des Abdomens liegt *(Onisciden)*. Als accessorische Copulationsorgane hat man ein Paar stiletförmiger oder complicirter gestalteter, hakentragender Anhänge der vorderen Abdominalfüsse aufzufassen, zu welchen noch an der Innenseite des zweiten Fusspaares ein Paar nach Aussen gewendeter Chitinstäbe hinzutreten kann *(Onisciden)*. Die *Cymothoideen* sind Hermaphroditen [1] (secundärer Hermaphroditismus), jedoch mit zeitlicher Trennung der männlichen

Fig. 459.



Gyge branchialis, nach Cornalia u. Panceri. *a* Weibchen von der Bauchseite. *Brl* Brutlamellen, *K* Kiemen. — *b* Hinterleib desselben, stärker vergrössert, mit ansitzendem Männchen.

Fig. 460.



a Weibchen von *Cymothoa Banksi*, nach M. Edwards. *Brl* Brutlamellen. — *b* Geschlechtsorgane einer 13 Mm. langen *Cymothoa oestroides,* nach P. Mayer. *T* Die drei Hoden, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct, *Vd* Vas deferens, *P* Penis.

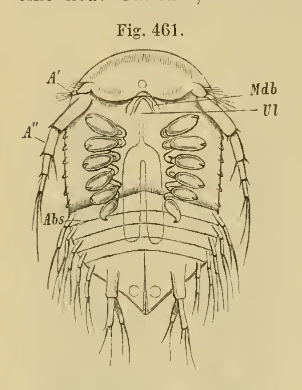
und weiblichen Geschlechtsreife. Im jugendlichen Alter sind dieselben begattungsfähige Männchen mit drei Paaren von Hodenschläuchen, zwei Ovarialanlagen an der Innenseite derselben und einem paarigen Copulationsorgan, in welchem die beiden Samenleiter ausmünden (Fig. 460). Nach einer späteren Häutung, nachdem sich allmälig die weiblichen Drüsen auf Kosten der mehr und mehr zurückgedrängten männlichen entwickelt haben, werden die inzwischen angelegten Brutlamellen an den Brustbeinen frei

[1] J. Bullar, The generative organs of the Parasitic Isopoda. Journ. Anat. Physiol., 1876. P. Mayer, Ueber den Hermaphroditismus einiger Isopoden. Mittheil. aus der zool. Station Neapel, 1879.

und die Begattungsglieder abgeworfen. Von nun an fungirt das Thier nur als Weibchen.

Die Embryonalentwicklung beginnt nach dem Eintritt der Eier in den Brutraum und wird durch eine Dotterklüftung eingeleitet, von der die centrale Dottermasse (Nahrungsdotter) vorerst ausgeschlossen bleibt. Bald bildet das Blastoderm eine peripherische Schichte von Zellen und erzeugt durch raschere Zellwucherung den bauchständigen Keimstreifen, an dessen Vorderende sich die Kopflappen abgrenzen. Als höckerförmige Erhebungen entstehen bei *Asellus* zunächst zwei blattförmige dreilappige Anhänge, welche als Rudimente einer Schalenduplicatur gedeutet worden sind. Von den Gliedmassen bilden sich zuerst die beiden Antennenpaare, nach deren Entstehung eine neue Cuticula, die dem Naupliusstadium entsprechende Larvenhaut, zur Sonderung kommt (wie auch bei *Ligia* nach Fr. Müller). Während sich nun die Reihe der nachfolgenden Gliedmassen anlegt, zeigt sich der Schwanztheil des Embryo aufwärts nach dem Rücken zu umgeschlagen. Von den Embryonalhüllen geht zuerst das Chorion, dann die Cuticula des Blastoderms zu Grunde und zuletzt, wenn der Embryo ausgebildet ist, die Naupliushaut.

Fig. 461.



Larve von *Bopyrus virbii*, mit sechs Brustbeinpaaren, nach R. Walz. *A'*, *A''* Antennen, *Mdb* Mandibel, *Ul* Unterlippe, *Abs* erstes Abdominalsegment.

Die im Brutraume freigewordenen Jungen (Fig. 461) entbehren noch des letzten Brustbeinpaares, bei den Scheerenasseln auch der Füsse des Abdomens und erfahren bis zum Eintritt der Geschlechtsreife auch in der Gestaltung der Gliedmassen nicht unerhebliche Veränderungen. Man kann daher den Asseln eine Metamorphose zuschreiben, die bei *Tanais, Praniza (Anceus)* und den *Bopyriden* am vollkommensten ist.

Die Asseln leben theils im Meere, theils im süssen Wasser, theils auf dem Lande *(Onisciden)* und ernähren sich von thierischen Stoffen. Viele sind jedoch Schmarotzer (seltener vollständige Entoparasiten, *Entoniscus*), vornehmlich an der Haut, in der Mund- und Kiemenhöhle von Fischen *(Cymothoideen)* oder in dem Kiemenraum von Garneelen *(Bopyriden)*.

1. Unterordnung. *Euisopoda*. Körper mit sieben freien Brustsegmenten und ebensoviel Beinpaaren. Abdomen verhältnissmässig kurz und breit, mit zu Kiemenlamellen umgebildeten Abdominalfüssen.

Fam. *Cymothoidae*. Mit kauenden oder saugenden Mundwerkzeugen, breitem, kurz gegliedertem Abdomen und schildförmig entwickelter Schwanzplatte. Die letzten Kieferfüsse deckelförmig. Leben theils parasitisch an Fischen, theils frei umherschweifend (Fig. 460). *Cymothoa oestrum* Leach., *C. oestroides* Risso, Mittelmeer. *Anilocra mediterranea* Leach., *Aega bicarinata* Leach., *Serolis paradoxa* Fabr.

Fam. *Sphaeromidae*. Freilebende Asseln mit breitem Kopf und verkürztem, stark convexem Körper, der zuweilen nach der Bauchseite eingerollt werden kann. *Sphaeroma*

fossarum Mont., in den Pontinischen Sümpfen, der *S. granulatum* des Mittelmeeres nahe verwandt. *S. serratum* Fabr., Ocean und Mittelmeer, auch Brackwasserform.

Fam. *Pranizidae.* Anceidae.[1]) Mit nur fünf freien Brustringen und ebensoviel Brustbeinen. Ausser den Kieferfüssen sind die vorderen zwei Paare von Brustgliedmassen mit dem Kopfbruststück vereint. *Anceus maxillaris* Mont. (*Praniza coeruleata* Desm.), Nord- und Westküste Europas.

Fam. *Idoteidae.* Freilebende Asseln mit langgestrecktem Körper, kauenden Mundwerkzeugen und langem, aus mehreren Segmenten verschmolzenem Caudalschild. Das letzte Fusspaar des Hinterleibes in einen flügelförmigen Deckel zum Schutze der vorausgehenden Kiemenfüsse umgebildet. *Idotea entomon* L., Eismeer.

Fam. *Asellidae.* Von ziemlich flacher Körperform. Letztes Pleopodenpaar nicht deckelförmig, sondern griffelförmig. *Jaera albifrons* Mont., britische Meere. *Asellus aquaticus* L., Süsswasserform (Fig. 458). *A. cavaticus* Schiödte, Grottenassel. Aus tiefen Brunnen. *Limnoria terebrans* Leach. *(L. lignorum)*, zernagt Holz und Pfahlwerk im Meere.

Fam. *Bopyridae.* Schmarotzer in der Kiemenhöhle von Garneelen. Körper des Weibchens scheibenförmig, unsymmetrisch, ohne Augen. Männchen sehr klein, gestreckt, mit deutlich gesonderten Leibesringen und Augen. *Bopyrus squillarum* Latr., auf Palaemon squilla. *Gyge* Corn. Panc. auf Gebia (Fig. 459).

Hier schliessen sich die *Entoniscidae*, Binnenasseln, an, welche im Leibesraume anderer Crustaceen (Cirripedien, Paguriden, Krabben) schmarotzen, *Cryptoniscus planarioides* Fr. Müll., an Sacculina purpurea eines Pagurus, Brasilien. *C. pygmaeus* Rathke, auf Peltogaster. *Entoniscus Porcellanae* Fr. Müll., lebt zwischen Darm und Herz einer Porcellanaart Brasiliens.

Fam. *Oniscidae.* Landasseln. Nur die Innenlamellen der Afterfüsse zarthäutige Kiemen, die äusseren zu festen Deckplatten umgebildet, die beiden vorderen zuweilen mit Lufträumen. Mandibeln tasterlos. Leben vornehmlich an feuchten Orten auf dem Lande. *Ligia oceanica* L. Auf Felsen und Steinen an der Meeresküste. *Oniscus murarius* Cuv., Mauerassel. *Porcellio scaber* Leach., Kellerassel. *Armadillo vulgaris* Latr., *A. officinarum* Brdt.

2. Unterordnung. *Anisopoda.*[2]) Körper mehr oder minder Amphipodenähnlich mit sechs freien Brustsegmenten, indem ausser dem Segmente des Kieferfusses auch das nachfolgende freie Brustsegment mit seinem mächtigen Scheerenfuss in die Bildung des Cephalothorax eingegangen ist. Durch eine Integumentduplicatur des Kopfes, welche rechts und links das mit demselben verschmolzene Brustsegment überwachsen hat, ist ein kleiner Cephalothoracalschild mit Athemhöhle gebildet, in welcher der Epipodialanhang des Kieferfusses als schwingende Kiemenplatte fungirt. Sowohl der Scheerenfuss als der nachfolgende Brustfuss tragen bei *Apseudes* einen kleinen Nebenast, einen geisselartig schwingenden Exopoditen. Das Herz erstreckt sich wie bei den Amphipoden durch den Thorax. Abdomen mit zweiästigen Schwimmfüssen.

Fam. *Tanaidae,* Scheerenasseln. *Tanais dubius* Kr., Brasilien. Nach Fr. Müller mit zweierlei Männchen (Riecher und Packer). *T. gracilis* Kr., Spitzbergen. *Apseudes* Leach. Mit Rudimenten eines Exopoditen an den vorderen zwei Brustfüssen. *A. Latreillii* M. Edw.

---

[1]) Vergl. Spence Bate, On Praniza and Anceus etc. Ann. of nat., hist., Ser. 3, Vol. II, 1858. Hesse, Mémoire sur les Pranizes et les Ancées. Ann. des scienc. nat., Ser. 4, Tom. IX, 1864. A. Dohrn, Entwicklung und Organisation von Praniza maxillaris. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XX, 1870.

[2]) Fr. Müller, Ueber den Bau der Scheerenasseln. Archiv für Naturgeschichte, Tom. XXX, 1864. C. Claus, Ueber Apseudes Latreillii Edw. I. und II. Arbeiten des zool. Institutes Wien, Tom. V, 1884, Tom. VII, 1888.

3. Thoracostraca[1]) (Podophthalmata), Schalenkrebse.

Malacostraken mit zusammengesetzten, meist auf beweglichen Stielen sitzenden Augen, mit einem Rückenschild, welches alle oder wenigstens die vorderen Brustsegmente mit dem Kopfe verbindet.

Auch die Schalenkrebse besitzen einen aus 13 Segmenten zusammengesetzten Vorderleib und ein Abdomen, an dessen Bildung sich sechs Segmente nebst der Schwanzplatte (Telson) betheiligen, indessen wird die mittlere Leibesgegend von einer Hautduplicatur bedeckt, welche als Rückenschild eine festere und innigere Verschmelzung von Kopf und Brust herstellt. Auf seiner höchsten Entwicklung bildet dasselbe unmittelbar das Rückenintegument der vorderen oder fast sämmtlicher Brustringe und erscheint nur in seinen seitlichen, nach der Bauchseite gebogenen Flügeln als freie Duplicatur.

Rücksichtlich der *Gliedmassen,* von denen 13 Paare dem Vorderleibe und 6 dem Hinterleibe angehören, treffen wir eine von den Arthrostraken abweichende, aber selbst wieder in den einzelnen Gruppen wechselnde Verwendung. Auch werden die Facettenaugen meist als *Stielaugen* von zwei beweglich abgesetzten Seitenstücken des Kopfes getragen, welche man lange Zeit als das vorderste Gliedmassenpaar deutete. Die beiden Antennenpaare gehören dem Vorderkopfe an; das vordere Paar trägt auf einem gemeinsamen Schafte in der Regel zwei oder drei *Geisseln,* wie man die secundären, als geringelte Fäden sich darstellenden Gliederreihen bezeichnet, und ist vorzugsweise Sinnesorgan. In seiner Basis liegen bei den Decapoden die *Otolithenblasen,* an der inneren Geissel sind die zarten Haare angebracht, welche mit Nerven im Zusammenhange stehen und als *Geruchsorgane* gedeutet werden. Die zweiten Antennen heften sich ausserhalb und in der Regel etwas unter den vorderen an, tragen eine lange Geissel und bei den langschwänzigen Decapoden meist eine mehr oder minder umfangreiche Schuppe. Auf einem kurzen röhrenförmigen Fortsatz ihres Basalgliedes mündet die *Antennendrüse* aus (Fig. 462).

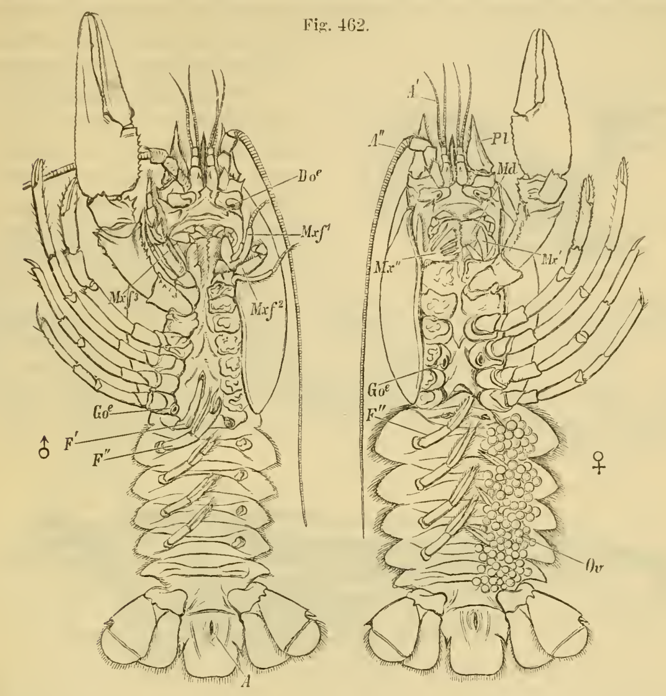
Als Mundwerkzeuge fungiren die nachfolgenden drei Gliedmassenpaare, zu den Seiten der Oberlippe die kräftigen, Taster tragenden Mandibeln und weiter abwärts die beiden mehrfach gelappten Maxillenpaare, vor denen unterhalb der Mundöffnung die kleine zweilappige Unterlippe (Paragnathen) liegt. Die nachfolgenden acht Gliedmassenpaare zeigen in den einzelnen Gruppen eine sehr verschiedene Form und Verwendung. In der Regel rücken die vor-

---

[1]) Ausser den grösseren Werken von Herbst, M. Edwards, Dana und den Aufsätzen von Duvernoy, Audouin und M. Edwards, Joly, Couch u. A. vergl. Leach, Malacostraca podophthalma Britanniae. London 1817—1821. V. Thompson, On the metamorphosis of Decapodous Crustacea. Zool. Journ., Vol. II, 1831, sowie Isis 1834, 1836, 1838. H. Rathke, Untersuchungen über die Bildung und Entwicklung des Flusskrebses. Leipzig 1829. Th. Bell, A history of the British stalk eyed Crustacea. London 1853. Lereboullet, Recherches d'embryologie comparée sur le développement du Brochet, de la Perche et de l'Ecrevisse. Paris 1862. V. Hensen, Studien über das Gehörorgan der Decapoden. Leipzig 1863. C. Claus, Crustaceensystem l. c. 1876.

deren Paare, zu Hilfsorganen der Nahrungsaufnahme umgebildet, als Beikiefer oder Kieferfüsse näher zur Mundöffnung hinauf und nehmen auch ihrem Baue nach eine vermittelnde Stellung zwischen Kiefern und Füssen ein. Bei den *Decapoden* (Fig. 462) sind drei Paare von Gliedmassen Beikiefer, so dass fünf Paare von Beinen am Vorderleibe übrig bleiben, bei den *Stomatopoden* werden sogar die ersten fünf Gliedmassenpaare als Greif- und Kieferfüsse verwendet,

Fig. 462.

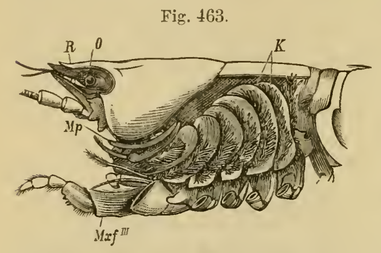


Männchen und Weibchen von *Astacus fluviatilis,* von der Bauchseite dargestellt. Beim Männchen sind Gehfüsse und Abdominalfüsse der linken Seite, beim Weibchen ausser den Gehfüssen der rechten Seite auch die Kieferfüsse beider Seiten entfernt. *A'* Innere Antenne, *A''* äussere Antenne, *Pl* Schuppe derselben, *Md* Mandibel mit Taster, *Mx'* erste Maxille, *Mx''* zweite Maxille, Mxf^1 bis Mxf^3 die drei Kieferfüsse, *Goe* Geschlechtsöffnung, *Doe* Oeffnung der grünen Drüse, *F', F''* erster und zweiter Abdominalfuss, *Ov* Eier, *A* After.

und nur drei Paare von zweiästigen Schwimmbeinen entspringen an den drei hinteren freien Segmenten der Brust (Fig. 418). Die Beine der Brust sind entweder noch theilweise Spaltfüsse (mit Schwimmfussast) oder haben den Nebenast abgeworfen und erscheinen dann als Gehfüsse *(Decapoden).* Alsdann enden dieselben mit einfachen Klauen, die vorderen häufig auch mit grossen Scheeren; indessen können ihre Endglieder auch breite Platten werden und die Gliedmassen zum Gebrauche als Schwimmfüsse befähigen. Von den sechs zwei-

ästigen Beinpaaren des Hinterleibes verbreitert sich das letzte Paar in der Regel flossenartig und bildet mit dem Endstücke des Abdomens, welches zu einer ansehnlichen Platte (Telson) umgestaltet ist, die *Schwanzflosse* oder den *Fächer*. Dagegen sind die fünf vorausgehenden Fusspaare, welche als Afterfüsse den fünf vorderen Abdominalsegmenten angehören, theils Schwimmfüsse *(Stomatopoden)*, theils dienen sie sämmtlich zum Tragen der Eiersäckchen, oder die vorderen als Hilfsorgane der Begattung (Männchen), sie können aber auch mehr oder minder rudimentär werden und theilweise hinwegfallen.

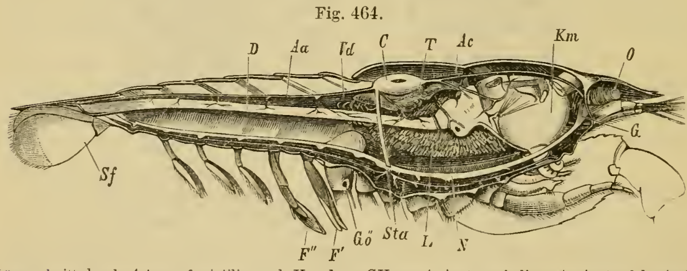
Fig. 463.



Cephalothorax von *Astacus fluviatilis*, nach Entfernung der Kiemendecke, nach Huxley. *K* Kiemen, *R* Rostrum, *O* Stielauge, *Mp* schwingender Plattenanhang der zweiten Maxille, *Mxf III* dritter Maxillarfuss.

Mit seltenen Ausnahmen *(Mysideen)* besitzen die Schalenkrebse büschelförmige oder aus regelmässigen lanzetförmigen Fiederblättchen zusammengesetzte Kiemen, welche als Anhänge der Gliedmassen *(Podobranchien)* auftreten, beziehungsweise an den Seiten des Leibes *(Pleurobranchien)* aufsitzen. Die *Stomatopoden* tragen dieselben am Hinterleibe an den Afterfüssen, die *Cumaceen* entbehren derselben bis auf ein Kiemenpaar an dem ersten Kieferfusse; bei den *Schizopoden* und *Decapoden* sitzen die Kiemen an den Kiefer-

Fig. 464.

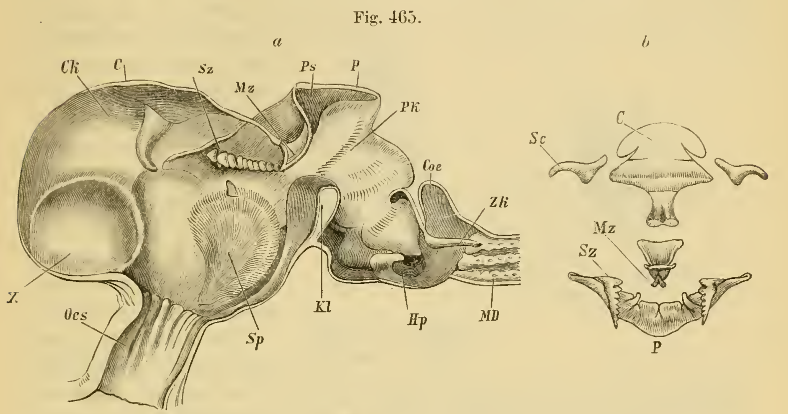


Längsschnitt durch *Astacus fluviatilis*, nach Huxley. *C* Herz, *Ac* Aorta cephalica, *Aa* Aorta abdominalis, an ihrem Ursprung tritt die Sternalarterie *(Sta)* aus, *Km* Kaumagen, *D* Darm, *L* Leber, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Gö* Geschlechtsöffnung, *F'*, *F''* die beiden ersten als Copulationsorgane umgewandelten Pleopoden, *G* Gehirn, *N* Ganglienkette, *O* Stielauge, *Sf* Seitenplatte des Schwanzfächers.

füssen und Gehfüssen, sowie an der Seitenwand der Brustsegmente (Pleuren), und zwar bei den Decapoden durchweg in einem besonderen Kiemenraum unter den seitlichen Ausbreitungen des Panzers (Fig. 463). Auch die *Kreislaufsorgane* erlangen eine hohe Entwicklung. Ueberall haben wir ein Herz und Blutgefässe. Bei den *Stomatopoden* ist dasselbe sehr lang, erstreckt sich als Rückengefäss durch Brust und Hinterleib, besitzt zahlreiche Spaltenpaare und lässt ausser einer vorderen und hinteren Aorta zahlreiche sich verzweigende Arterienstämme rechts und links austreten. Das Herz der *Cumaceen, Schizo-*

poden und *Decapoden* besitzt eine schlauch- oder sackförmige Gestalt und liegt im hinteren Theile des Kopfbruststückes; bei den ausgebildeten *Decapoden* wird die Herzwand von zwei dorsalen und einem ventralen Ostienpaar durchbrochen. Eine vordere Kopfaorta versorgt das Gehirn und die Augen, zwei seitliche Arterienpaare entsenden ihre Zweige zu den Antennen und in die Schale, ein ventrales Gefässpaar, die Leberarterie, versorgt Magen, Leber und Geschlechtsorgane, eine hintere abdominale Aorta gibt Aeste ab an die Muskeln des Schwanzes und in die Pleopoden. Vor derselben tritt eine absteigende Arterie aus, welche zur Sternalarterie wird, die Ganglien mit capillaren Schlingen versorgt und Aeste in Kieferfüsse und Gehfüsse entsendet (Fig. 464). Aus den nicht selten capillarenartigen Verzweigungen strömt das

Fig. 465.



a Längsdurchschnitt des Magens von *Astacus fluviatilis,* nach Huxley. *Oes* Oesophagus, *Ck* Cardiacalkammer, *Pk* Pyloricalkammer, *P* Pyloricalplatte, *Sc* seitliche Cardiacalplatte, *C* Cardiacalplatte, *X* sog. Krebsauge, *Ps* Präpyloricalstück, *Mz* Mittelzahn, *Sz* Seitenzähne, *Sp* Seitenplatte mit dem unteren Seitenzahn, *Kl* Klappe zwischen beiden Kammern, *Coe* Coecum, *Hp* Einmündung des Hepatopankreas, *MD* Mitteldarm, *Zl* zangenförmige Klappe. *b* Die dorsalen Stücke der sog. Magenmühle.

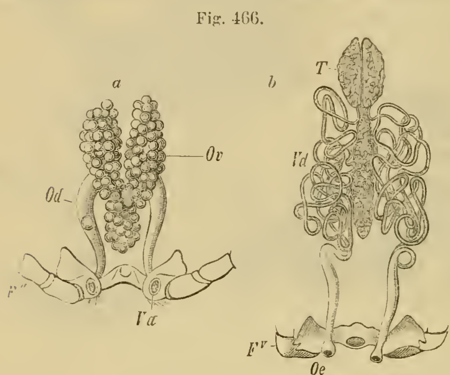
Blut in grössere oder kleinere bindegewebig begrenzte Canäle, die man als venöse Gefässe betrachten kann, und aus diesen in einen weiten, an der Kiemenbasis gelegenen Blutsinus. Von da aus durchsetzt dasselbe die Kiemen und tritt, arteriell geworden, in neue gefässartige Bahnen (Kiemenvenen mit arteriellem Blute), welche in einen das Herz umgebenden Behälter, den Pericardialsinus, führen, aus dem es in die mit Klappen versehenen Spaltöffnungen des Herzens einfliesst (Fig. 82).

Der *Verdauungscanal* besteht aus einem kurzen Oesophagus, einem weiten sackförmigen Vormagen und einem langgestreckten Mitteldarm, der ventralwärts an der medianen Platte der Schwanzflosse ausmündet (Fig. 466). Der weite Vormagen, *Kaumagen,* ist meist durch ein festes Chitingerüst gestützt, an welchem sich mehrere nach innen vorragende Paare von Kauplatten (durch Verdickung der inneren Chitinhaut entstanden) befestigen. Bei den *Decapoden*

können in der Haut des Kaumagens noch zwei runde Concremente von kohlensaurem Kalk, die sogenannten *Krebsaugen* (Flusskrebs), abgelagert werden. In den Anfangstheil des Mitteldarmes münden die Ausführungsgänge sehr umfangreicher, vielfach gelappter Leberschläuche ein. An der Basis der äusseren Antenne findet sich die *Antennendrüse* (grüne Drüse beim Flusskrebs genannt), während eine Schalendrüse im Brustpanzer fehlt.

Das *Nervensystem* zeichnet sich durch die Grösse des weit nach vorne gerückten Gehirns aus, von welchem die Augen- und Antennennerven entspringen. Das durch sehr lange Commissuren mit dem oberen Schlundganglion (Gehirn) verbundene Bauchmark zeigt eine sehr verschiedene Concentration, welche bei den kurzschwänzigen Decapoden ihre höchste Stufe erreicht, indem alle Ganglien zu einem grossen Brustknoten verschmolzen sind. Ebenso ist das System der *Eingeweidenerven* sehr hoch entwickelt.

Fig. 466.



Geschlechtsorgane von *Astacus*, *a* weibliche, *b* männliche. *Ov* Ovarien, *Od* Oviduct, *Va* Vulva am Basalglied des dritten Beinpaares (*FIII*), *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Oe* Geschlechtsöffnung am Basalglied des fünften Beinpaares (*FV*).

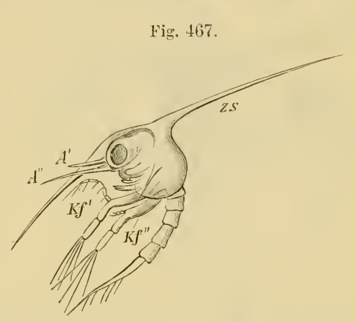
Von *Sinnesorganen* treten am meisten die grossen *Facettenaugen* hervor, zwischen denen im Larvenzustande ein medianes, dem unpaaren Entomostrakenauge gleichwerthiges dreitheiliges Auge liegt, welches auch im ausgebildeten Thiere erhalten sein kann. Augenähnliche Gebilde, die man jetzt als Leuchtorgane erkannt hat, sind an den Seiten der Brustgliedmassen und zwischen den Afterfüssen bei den *Euphausiden* nachgewiesen worden. *Gehörorgane* fehlen bei den *Cumaceen* und *Stomatopoden*. Bei den *Decapoden* treten sie als otolithenhaltige, nach aussen geöffnete Blasen im Basalgliede der inneren Antennen, bei *Schizopoden (Mysis)* in den inneren Lamellen des Fächers auf. Als *Geruchsorgane* sind die zarten Fäden und Haare an der Oberfläche der inneren Antennen, im männlichen Geschlechte zu viel grösserer Zahl vorhanden, zu deuten; als *Tastorgane* dienen die Antennen, die Taster der Kiefer und wohl auch die Kieferfüsse und Beine.

Die *Geschlechtsorgane* liegen paarig in der Brust oder wohl auch im Abdomen *(Stomatopoden)* und werden in der Regel durch mediane Abschnitte verbunden. Die weiblichen bestehen aus zwei Ovarien und ebensoviel Oviducten, welche am Hüftgliede des drittletzten Beinpaares oder auf der Brustplatte zwischen diesem Beinpaare ausmünden (Fig. 466 *a*). Die aus vielfachen Säckchen und Blindschläuchen gebildeten, wie die Ovarien durch einen

unpaaren Abschnitt verbundenen Hoden münden durch meist vielfach gewundene Samenleiter am Hüftgliede des letzten Beinpaares (Fig. 466 *b*), seltener auf der Brust, in der Regel auf einem besonderen Begattungsgliede aus. Das erste Paar der Afterfüsse oder auch noch das zweite Paar dienen beim Männchen als Hilfsorgane der Begattung (Fig. 462). Die Eier gelangen entweder in einen von lamellösen Plattenanhängen der Brustfüsse gebildeten Brutbehälter *(Cumaceen, Schizopoden)*, oder werden von dem Weibchen mittelst einer Kittsubstanz, dem Secrete besonderer Drüsen, an den mit Haaren besetzten Pleopoden befestigt und bis zum Ausschlüpfen der Jungen umhergetragen *(Decapoden)* (Fig. 462 *Or*).

Die Schalenkrebse erleiden grossentheils eine Metamorphose, freilich unter sehr verschiedenen Modificationen. Nur die *Cumaceen,* sowie einige *Schizopoden (Mysideen)* und Süsswasser-*Decapoden (Astacus)* verlassen mit vollzähliger Segmentirung und mit sämmtlichen Extremitäten die Eihüllen. Dagegen schlüpfen alle *Stomatopoden,* sowie fast sämmtliche *Decapoden* als Larven, letztere in der als *Zoëa* bekannten Form mit nur sieben Gliedmassenpaaren des Vorderleibes, noch ohne die sechs letzten Brustsegmente, indessen mit langem, jedoch gliedmassenlosem Abdomen aus (Fig. 467). Die beiden Fühlerpaare der Zoëa sind kurz und geissellos, die Mandibeln noch ohne Taster, die Maxillen bereits gelappt und in den Dienst des Mundes gezogen; die vier vorderen Maxillarfüsse sind Spaltfüsse und fungiren als zweiästige Schwimmfüsse, hinter denen bei den langschwänzigen Decapoden auch noch der Kieferfuss des dritten Paares als gespaltener Schwimmfuss hinzutritt. Kiemen fehlen noch und werden durch die dünnhäutigen Seitenflächen des Kopfbrustschildes vertreten, unter welchem eine beständige Wasserströmung in der Richtung von hinten nach vorne unterhalten wird. Ein kurzes Herz mit ein oder zwei Spaltenpaaren ist vorhanden. Die Facettenaugen erscheinen von ansehnlicher Grösse, aber noch nicht auf abgesetztem Augenstiele. Daneben findet sich zwischen beiden noch das unpaare dreitheilige Auge als Erbtheil der Entomostraken, das Entomostrakenauge. Die Zoëalarven der kurzschwänzigen Decapoden (Krabben) sind in der Regel mit stachelförmigen Fortsätzen, gewöhnlich mit einem Stirnstachel, einem langen, gekrümmten Rückenstachel und zwei seitlichen Stachelfortsätzen des Kopfbrustpanzers bewaffnet.

Fig. 467.



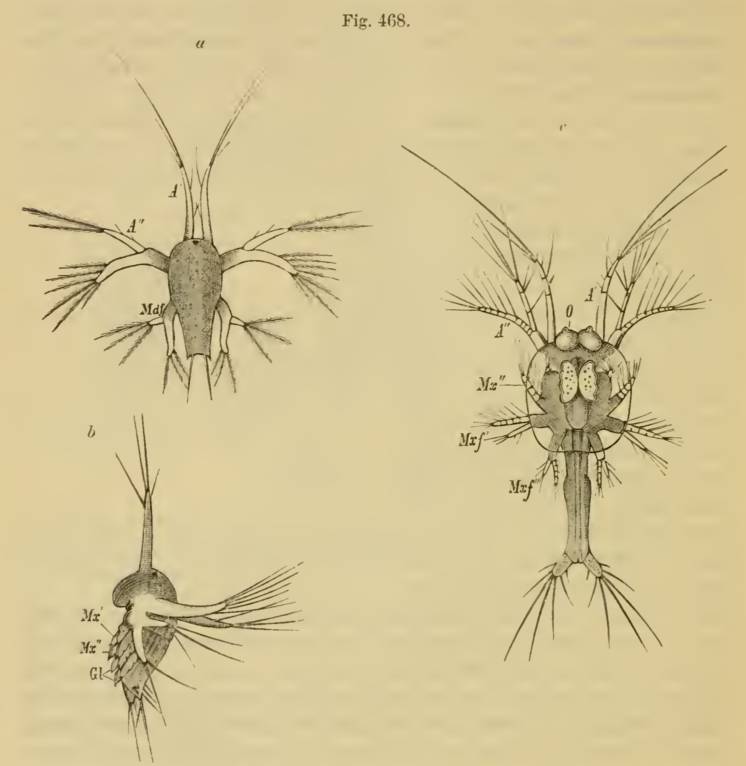
Krabbenzoëa *(Thia)* nach der ersten Häutung. *ZS* Zoëastachel am Rücken, *A'*, *A''* die Antennenpaare, *Kf'*, *Kf''* die beiden Spaltfusspaare, welche dem ersten und zweiten Kieferfusse entsprechen.

Uebrigens stellt die *Zoëa* keineswegs überall die niedrigste Larvenstufe dar. Abgesehen von dem Vorkommen Zoëa-ähnlicher Larven, denen noch die

mittleren Kieferfüsse fehlen, gibt es Podophthalmen *(Penaeus)*, welche als Naupliusformen das Ei verlassen (Fig. 468). Somit ist durch die Entwicklungsgeschichte die Identität der Ausgangsform für Entomostraken und Malacostraken erwiesen, die sich auch in der Embryonalentwicklung wiederholt.

Während des Wachsthums der Zoëa, deren weitere Umwandlung eine ganz allmälige und überaus verschiedene ist, sprossen unter dem Kopfbrust-

Fig. 468.



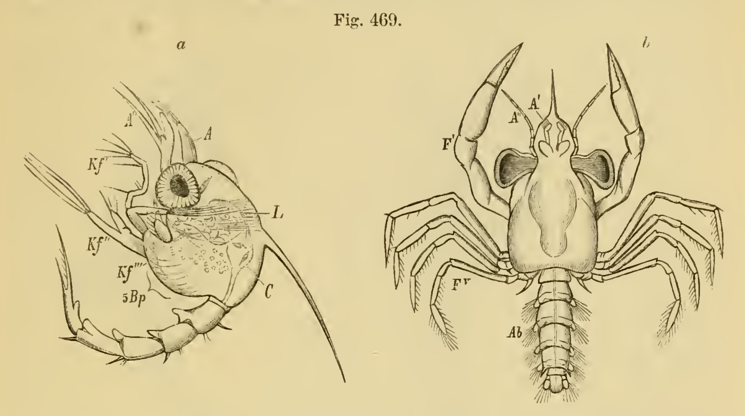
Larven von *Penaeus*, nach Fr. Müller. *a* Naupliusform von der Rückenseite. *A'*, *A''* die beiden Antennenpaare, *Mdf* Mandibularfuss. — *b* Metanaupliusstadium von der linken Seite dargestellt. *Mx'* vordere Maxille, *Mx''* hintere Maxille, *Gl* sechstes und siebentes Gliedmassenpaar oder erster und zweiter Maxillarfuss. — *c* Das Zoëastadium. *O* Augen.

schild die fehlenden fünf — bei den Krabbenzoëen sechs — Beinpaare der Brust und am Abdomen die Afterfüsse hervor. Die Garneelzoëen treten schliesslich in ein den Schizopoden ähnliches Stadium ein, aus dem die definitive Form hervorgeht. Aehnlich verhalten sich die Zoëalarven der Anomuren. Die Krabbenzoëa aber geht mit einer späteren Häutung in eine neue Larvenform, die *Megalopa*, über, welche bereits ein Brachyur ist, jedoch noch einen grossen,

zwar nach der Bauchseite umgeschlagenen, aber mit der Schwanzflosse ausgestatteten Hinterleib besitzt (Fig. 469).

Die Schalenkrebse sind grösstentheils Meeresbewohner und ernähren sich von thierischen Stoffen. Die meisten schwimmen vortrefflich, andere, wie zahlreiche Krabben, bewegen sich gehend und laufend und vermögen oft mit grosser Behendigkeit rückwärts und nach den Seiten zu schreiten. In den Scheeren ihrer vorderen Beinpaare haben sie meist kräftige Vertheidigungswaffen. Abgesehen von den mehrmaligen Häutungen im Jugendzustande werfen auch die geschlechtsreifen Thiere einmal oder mehrmals im Jahre die

Fig. 469.



a Zoëa von *Inachus* in vorgeschrittenem Stadium mit den Anlagen des dritten Kieferfusses *(Kf''')* und der fünf Gehfusspaare *(5 Bp.)*, *C* Herz, *L* Leber. — *b Megalopa*-Stadium von *Portunus*. *Ab* Abdomen, *FI* bis *FV* erster bis fünfter Gehfuss.

Schalen ab *(Decapoden)* und leben dann einige Zeit mit der neuen, noch weichen Haut in geschützten Schlupfwinkeln verborgen. Einige Brachyuren vermögen längere Zeit vom Meere entfernt auf dem Lande in Erdlöchern zu leben. Diese Landkrabben unternehmen meist zur Zeit der Eierlage gemeinsame Wanderungen nach dem Meere und kehren später mit ihrer gross gewordenen Brut nach dem Lande zurück *(Gecarcinus ruricola)*. Die ältesten bis jetzt bekannt gewordenen fossilen Podophthalmen sind langschwänzige Decapoden und Schizopoden aus der Steinkohlenformation *(Palaeocrangon, Palaeocarabus, Pygocephalus)*.

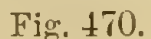
1. Ordnung. **Cumacea**[1], **Cumaceen.**

Mit kleinem Kopfbrustschild, (vier bis) fünf freien Brustsegmenten, mit zwei Kieferfusspaaren und sechs Beinpaaren, von denen mindestens die zwei

[1]) H. Kröyer, Fire nye Arter af slaegten Cuma. Naturh. Tidsskr., Tom. III, 1841. Derselbe, Om Cumaceernes Familie. Ebendaselbst, N. R., Tom. III, 1846. A. Dohrn, Ueber den Bau und die Entwicklung der Cumaceen. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. V, 1870. G. O. Sars, Beskrivelse af de paa Fregatten Josephines Exped. fundne Cumaceer. Stockholm 1871.

vorderen Paare Spaltfüsse sind, mit langgestrecktem Abdomen, welches beim Männchen ausser den Schwanzanhängen (Flosse des Fächers) zwei, drei oder fünf Schwimmfusspaare trägt.

Die Cumaceen zeigen in ihrer Erscheinung den Habitus von Decapodenlarven, an die sie auch in ihrer Organisation mehrfach erinnern, während sie in manchen Merkmalen, wie Bildung der Bruttasche und Embryonalentwicklung, den Arthrostraken, besonders den Anisopoden, nahe stehen (Fig. 470). Stets ist ein Kopfbrustschild vorhanden, welches ausser den Kopfsegmenten


Fig. 470.

Diastylis sculpta. *a* Männchen. *b* Weibchen. Nach G. O. Sars.

zugleich die drei vorderen der (8) Brustringe und deren Gliedmassen umfasst. Somit bleiben die fünf hinteren Brustringe frei.

Von den beiden Antennenpaaren sind die vorderen klein und bestehen aus einem dreigliedrigen Schaft, an dessen Ende sich vornehmlich beim Männchen Büschel von Riechhaaren anheften, aus einer kurzen Geissel und Nebengeissel. Die unteren Antennen bleiben im weiblichen Geschlechte kurz und rudimentär, während sie beim ausgebildeten Männchen mit ihrer vielgliedrigen Geissel (wie bei *Nebalia*) die Länge des Körpers erreichen können.

Die Oberlippe bleibt meist klein, während die tief getheilte Unterlippe einen bedeutenderen Umfang zeigt. Die Mandibeln entbehren des Tasters und

entsenden unterhalb der stark bezahnten Spitze einen Borstenkamm und einen mächtigen Molarfortsatz. Von den beiden Maxillenpaaren bestehen die vorderen aus zwei gezähnten Laden und einem cylindrischen, nach hinten gerichteten Geisselanhang, die tasterlosen Kiefer des zweiten Paares aus mehreren über einander liegenden Kauplatten nebst borstenlosem Fächeranhang (Exopodit).

Die beiden nachfolgenden Extremitätenpaare (die beiden vorderen, der 8 Brustfusspaare) dürften als Kieferfüsse zu bezeichnen sein. Die vorderen, welche der Unterlippe der Asseln und deren Tastern entsprechen, sind durch den Ladenfortsatz ihres Basalgliedes kenntlich und tragen einen fünfgliedrigen Endopoditen. An der Aussenseite des zu einer Art Unterlippe verschmolzenen Stammes erhebt sich eine mächtige Epipodialplatte nebst grosser gefiederter Kieme. Die hinteren Kieferfüsse besitzen eine bedeutendere Länge und einen sehr gestreckten cylindrischen Stamm, dessen kurzes Basalglied eine rudimentäre Epipodialplatte tragen kann. Von den noch übrigen sechs Beinpaaren der Brust, von denen die vorderen dem dritten Kieferfusspaare der Decapoden entsprechen, sind die beiden vorderen Paare stets nach Art der Schizopodenfüsse gebildet und bestehen aus einem sechsgliedrigen Bein mit mächtig entwickeltem lamellösen Stamm — das Basalglied desselben bleibt sehr kurz und als abgesetztes Glied kaum nachweisbar — einem fünfgliedrigen Endopoditen und einem mit Schwimmborsten besetzten Nebenast (Exopodit). Die vier letzten, ebenfalls sechsgliedrigen Beinpaare sind kürzer und tragen im männlichen Geschlecht, aber stets mit Ausnahme des letzten Paares, einen kleineren oder grösseren Schwimmfussanhang als Nebenast.

Das stark verengte und sehr langgestreckte Abdomen entbehrt im weiblichen Geschlechte der Schwimmfüsse durchaus, trägt aber an dem grossen sechsten Segment zu den Seiten der Schwanzplatte langgestielte zweiästige Schwanzgriffel, während beim Männchen noch zwei, drei oder fünf Schwimmfusspaare an den vorausgehenden Segmenten hinzukommen. Die beiden Augen sind, wenn überhaupt vorhanden, zu einem unpaaren Sehorgan zusammengedrängt oder liegen als kleine Erhebungen dicht nebeneinander (*Bodotria* Goods).

Am Darmcanal unterscheidet man die Speiseröhre, einen mit Leisten und Zähnen bewaffneten Kaumagen, hinter welchem drei Paare langer Leberschläuche einmünden, und einen langen engen Darm mit der unter der Schwanzplatte ausmündenden Afteröffnung. Eine mehrfach gewundene Schalendrüse im Segment des zweiten Kieferpaares fungirt als Harnorgan.

Das mässig gestreckte Herz liegt in der vorderen Thoracalregion und entsendet ausser der vorderen und hinteren Aorta zwei seitliche Arterien. Als Kieme fungirt ausser der inneren Schalenlamelle ein vielfach gespaltener Epipodialanhang des ersten Kieferfusses (wie bei den Tanaiden), dessen beständige Vibration auch die Erneuerung des die Unterseite der Schale bespülenden Wassers bewirkt.

Die beiden Geschlechter unterscheiden sich durch die Gestalt der hinteren Antennen, sowie des Abdomens und seiner Beinpaare. Bei der Begattung hält sich das Männchen auf dem Rücken des Weibchens mit seinen grossen vorderen Beinpaaren fest und schlägt deren Klauen unter der Einbuchtung des Kopfbrustschildes ein. Die Eier gelangen in eine von Beinanhängen des Weibchens gebildete Bruttasche und durchlaufen in derselben die Embryonalentwicklung, die jener der Isopoden ähnlich ist. Wie hier liegt das Abdomen anfangs nach dem Rücken umgeschlagen, erfährt jedoch später eine Umbiegung nach der Bauchseite. Die ausschlüpfenden Jungen entbehren noch des letzten Brustfusses und der Abdominalfüsse.

Von der Lebensweise der Cumaceen ist bekannt, dass sich dieselben nahe am Strande auf sandigem und morastigem Grunde, theilweise auch in bedeutenden Tiefen aufhalten.

Fam. *Diastylidae. Diastylis Rathkii* Kr., Nordsee. *D. Edwardsii* Kr. *D. sculpta* G. O. Sars (Fig. 470). *Leucon nasicus* Kr., Norwegen. *Bodotria* Goods u. a. G.

2. Ordnung. **Stomatopoda**[1], **Maulfüsser.**

Langgestreckte Schalenkrebse mit kurzem, die letzten drei Brustsegmente nicht überdeckendem Kopfbrustschild, mit fünf Paaren von Mundfüssen und drei spaltästigen Beinpaaren, mit Kiemenbüscheln an den Schwimmfüssen des mächtig entwickelten Hinterleibes.

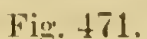
Die Stomatopoden werden gegenwärtig auf die *Squilliden* oder Heuschrecken beschränkt. Es sind Schalenkrebse von ansehnlicher Grösse und gestreckter Körperform, mit breitem, mächtig entwickeltem Abdomen, das an Umfang den Vorderleib bedeutend übertrifft und mit einer ausserordentlich grossen Schwimmflosse endet. Das weichhäutige Kopfbrustschild bleibt kurz und lässt die drei grossen hinteren Thoracalsegmente, welchen die gespaltenen Ruderfüsse angehören, völlig unbedeckt. Aber auch die kurzen Segmente der Raubfüsse sind nicht mit dem Schilde verwachsen und liegen am Hinterrande des Schildes mehr oder minder frei.

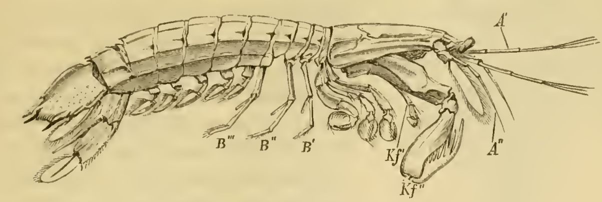
Der vordere Abschnitt des Kopfes mit den Augen und Antennen ist beweglich abgesetzt, wie auch die nachfolgenden, vom Kopfbrustschilde bedeckten Segmente eine beschränkte Beweglichkeit bewahren (Fig. 471). Die vorderen inneren Antennen tragen auf einem langgestreckten dreigliedrigen Stiele drei kurze vielgliedrige Geisseln, während die Antennen des zweiten Paares an der äusseren Seite ihrer vielgliedrigen Geissel eine breite, umfangreiche Schuppe besitzen. Den weit abwärts gerückten Mandibeln gehört ein

---

[1]) Ausser Dana, M. Edwards u. A. vergl.: Fr. Müller, Bruchstück aus der Entwicklungsgeschichte der Maulfüsser. I. und II. Archiv für Naturgesch., Tom. XXVIII, 1862 und Tom. XXIX, 1863. C. Claus, Die Metamorphose der Squilliden. Abhandl. der Göttinger Societät, 1872. C. Grobben, Die Geschlechtsorgane von Squilla mantis. Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissensch. Wien 1876. W. K. Brooks, Report on the Stomatopoda collected by H. M. S. Challenger etc., 1886. H. J. Hansen, Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden. Ergebnisse der Plankton-Expedition. Kiel 1895.

dünner dreigliedriger Taster an. Die Maxillen sind verhältnissmässig klein und schwach, mit kaum nachweisbarem Tasterrest. Hinter den Kieferpaaren sind die fünf folgenden beinartig gestalteten Extremitätenpaare dicht um den Mund

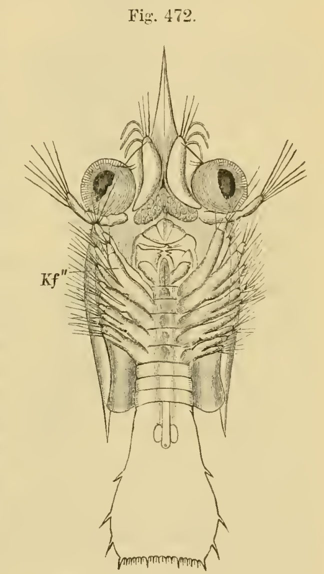

Fig. 471.



Squilla mantis. *A'*, *A''* Antennen, *Kf'*, *Kf''* die vorderen Kieferfusspaare am Cephalothorax. *B'*, *B''*, *B'''* die drei Spaltbeinpaare des Thorax.

gedrängt und deshalb treffend als Mundfüsse bezeichnet worden. Sämmtlich tragen sie an der Basis eine scheibenförmige Epipodialplatte, die an den beiden vorderen Paaren einen ansehnlichen Umfang erreicht und durch Schwingungen einen respiratorischen Wasserstrom unterhalten, eventuell zugleich zur Athmung dienen kann. Nur das vordere Paar (1. Kieferfuss) ist dünn und tasterförmig, endet jedoch mit einer kleinen Greifzange, die übrigen dienen zum Ergreifen und zum Raube der Beute. Bei weitem am umfangreichsten ist das zweite Paar (2. Kieferfuss), welches, mehr oder minder nach aussen gerückt, einen gewaltigen Raubfuss mit enorm verlängerter Greifhand darstellt. Ein Geisselast kommt diesen Gliedmassen nur im frühen Larvenalter zu (Fig. 472). Die drei folgenden Paare sind gleichgestaltet und enden mit schwächerer rundlicher Greifhand. Somit bleiben zum Gebrauche der Locomotion nur die drei zweiästigen Beinpaare der letzten unbedeckten Brustsegmente übrig. Weit mächtiger aber sind die Schwimmfüsse des Abdomens entwickelt, deren äussere Lamellen die Kiemenbüschel tragen.

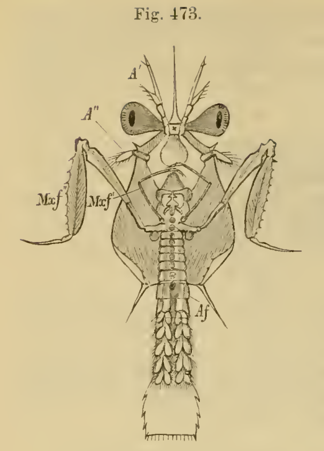
Fig. 472.



Erichthoidina-Stadium. *Kf''* späterer zweiter Kieferfuss, die drei nachfolgenden Paare werden wieder abgeworfen, an ihrer Stelle entwickeln sich der 3. bis 5. Kieferfuss.

Beide Geschlechter sind nur wenig verschieden. Indess ist das Männchen leicht an dem Besitze des Ruthenpaares an der Basis der letzten Ruderbeine, sowie an dem etwas umgestalteten ersten Pleopodenpaare mit Greifanhang kenntlich.

Fig. 473.



Junge *Alima*-Larve, schwächer vergrössert. *Af* Abdominalfüsse (Pleopoden), *Mxf'* erster Maxillarfuss, *Mxf''* der grosse Raubfuss (zweiter Maxillarfuss).

Die postembryonale Entwicklung beruht auf einer complicirten Metamorphose, die uns leider bislang nicht vollständig bekannt geworden ist. Die jüngste der beobachteten Larven, *Erichthoidina*, von etwa 2 Mm. Länge (Fig. 472), besitzt schon sämmtliche Segmente der Brust und deren Segmenten fünf zweiästige Schwimmfusspaare, entbehrt aber noch des Hinterleibes bis auf die Schwanzplatte, ist also von der *Zoëa* der Decapoden weit verschieden. Spätere Larvenzustände sind als *Alima* und *Erichthus* beschrieben (Fig. 473)[1]).

Die Stomatopoden gehören ausschliesslich den wärmeren Meeren an, schwimmen vortrefflich und ernähren sich vom Raube anderer Seethiere.

Fam. *Squillidae*, Heuschreckenkrebse. *Squilla mantis* Rond (Fig. 471), *Sq. Desmarestii* Risso, Adria und Mittelmeer. *Gonodactylus chiragra* Fabr.

3. Ordnung. **Schizopoda**[2]), **Spaltfüsser.**

Kleine Schalenkrebse mit grossem, meist zarthäutigem Kopfbrustschild und acht Paaren gleichartig gestalteter Spaltfüsse, welche frei vorstehende Kiemen tragen können.

In ihrer äusseren Erscheinung zeigen die Schizopoden bereits den Habitus der langschwänzigen Decapoden, da sie wie diese einen langgestreckten, meist ziemlich stark comprimirten Körper mit ansehnlichem, die Brustsegmente mehr oder minder vollkommen überdeckendem Kopfbrustschild und mächtig entwickeltem Abdomen besitzen. Indessen weicht der Bau der Kieferfüsse und der Beine des Thorax wesentlich ab und nähert sich wie auch die einfachere innere Organisation den vorgeschritteneren Garneellarven. Auch lässt das Brustschild eine grössere Zahl von Thoracalsegmenten *(Siriella)*, im früheren Larvenalter *(Euphausia)* sogar wie bei *Nebalia* sämmtliche Segmente des Mittelleibes frei, von denen später eine grössere oder geringere Zahl an der Rückenseite mit der Haut des Schildes verschmilzt *(Euphausia)*. Die drei Kieferfusspaare bleiben noch im Dienste der Locomotion und sind den nachfolgenden Beinpaaren ähnlich gebaute Spaltfüsse, welche durch den Besitz eines vielgliedrigen borstenbesetzten Nebenastes zur Strudelung und Schwimm-

[1]) Vergl.: H. J. Hansen, Isopoden, Cumaceen und Stomatopoden der Plankton-Expedition 1895.

[2]) G. O. Sars, Hist. nat. des Crustacés d'eau douce de Norvége. Christiania 1867. Derselbe, Carcinologiske Bidrag til Norges Fauna. Mysider. Christiania 1870 und 1872. R. v. Willemoes-Suhm, On some Atlant. Crustacea. Transact. Linn. Soc. 1875. G. O. Sars, Report on the Schizopoda collected by H. M. S. Challenger, 1885.

bewegung geeignet erscheinen (Fig. 474). Jedoch stehen die beiden vorderen Paare durch kürzere und gedrungenere Form und das vordere Paar wohl auch durch Ladenfortsätze des Stammes schon in näherer Beziehung zu den Mundwerkzeugen *(Mysis, Siriella)*. Der Hauptast des Beines ist immer verhältnissmässig dünn und schmächtig und endet mit einfacher schwacher Klaue. Zuweilen wird das vorletzte Glied mehrgliedrig (Tarsalgeissel). Selten *(Euphausia)* bleiben die beiden letzten Beinpaare bis auf die mächtig entwickelten Kiemenanhänge ganz rudimentär und ausser dem Basalglied auf den stummelförmigen Expoditen beschränkt. Die Pleopoden sind im weiblichen Geschlechte meist winzig klein, im männlichen Geschlechte aber mächtig entwickelt, theilweise von abnormer Form und Grösse (Hilfswerkzeuge der Begattung) und tragen ausnahmsweise (*Siriella*-Männchen) auch Kiemen. Das Fusspaar des sechsten, meist sehr gestreckten Segmentes ist zweiästig, lamellös, schliesst häufig in der inneren Lamelle eine Otolithenblase ein und bildet mit dem Telson eine mächtige Schwimmflosse (Fig. 474).

Fig. 474.



Mysis oculata. Weibchen mit Brutblättern, nach G. O. Sars. *Gb* Otolithenblase im Schwanzfächer.

Die Männchen sind von den Weibchen durchwegs auffallend verschieden. Erstere besitzen an den Vorderfühlern eine kammförmige Erhebung zum Tragen der grossen Zahl von Riechhaaren und sind durch die ansehnlichere Grösse der Schwanzfüsse, von denen die vorderen überdies mit Copulationsanhängen versehen sein können, zu einer rascheren und vollkommeneren Bewegung befähigt, welcher wiederum das grössere Athmungsbedürfniss und der Besitz von Kiemenanhängen bei *Siriella* entspricht. Die Weibchen tragen zuweilen an den zwei oder drei hinteren Brustfüssen (viele *Mysideen*) oder auch zugleich an den mittleren und vorderen *(Lophogaster)* Brutblätter zur Bildung eines Brutraumes, in welchem wie bei den Ringelkrebsen die grossen Eier ihre Entwicklung durchlaufen. Die Jungen verlassen den Brutraum meist schon im Besitze sämmtlicher Extremitäten. In anderen Fällen *(Euphausia)* jedoch verläuft die Entwicklung als Metamorphose. Die junge *Euphausia* schlüpft als Naupliuslarve aus, an der auch alsbald die drei nachfolgenden Gliedmassenpaare in Form wulstförmiger Erhebungen auftreten. Der ansehnlich grosse Naupliuspanzer, auch nach vorne um die Basis der An-

tennen in Form eines gezackten Saumes herumgeschlagen, ist die Anlage des Kopfbrustschildes, unter dem auch schon zu den Seiten des unpaaren Auges die Anlage der Seitenaugen sichtbar wird. Nun folgt nach abgestreifter Haut das *Protozoëa-* und hierauf das *Zoëa*stadium (von Dana als *Calyptopis* beschrieben) mit freilich nur sechs Gliedmassenpaaren und langem, bereits vollzählig gegliedertem fusslosen Abdomen. In den zahlreichen nachfolgenden Larvenstadien (früher als *Furcilia, Cyrtopia* beschrieben) bilden sich der Reihe nach die fehlenden Extremitäten aus.

Fam. *Mysidae.* Brustfüsse kiemenlos, das vordere Paar (Kieferfuss) mit schwingender Epipodialplatte, die hinteren und eventuell mittleren Paare mit Brutblättern im weiblichen Geschlecht. Mit Otolithenblase in der Fächerplatte (Fig. 474). *Mysis vulgaris* Thomps., *M. flexuosa* O. Fr. Müll., *Siriella Edwardsii* Cls.

Fam. *Euphausidae.* Mit Kiemenbüscheln an den Brustfüssen. Meist mit Leuchtorganen am Thorax und Abdomen (Fig. 125). Weibchen ohne Brutblätter. Entwickeln sich mittelst Metamorphose. *Euphausia splendens* Dana, Atlant. Ocean, *Thysanopoda norvegica* G. O. Sars., *Stylocheiron* G. O. Sars, *Nematosceles* G. O. Sars.

Fam. *Lophogastridae.* Mit Kiemen und Brutblättern an den Brustfüssen. *Lophogaster typicus* G. O. Sars, Norwegen.

4. Ordnung. **Decapoda**[1]), **zehnfüssige Krebse.**

Thoracostraken mit grossem Rückenschilde, welches meist mit allen Segmenten des Kopfes und der Brust verwachsen ist, mit drei Kieferfusspaaren und zehn theilweise mit Scheeren bewaffneten Gehfüssen.

Kopf und Thorax sind vollständig von dem Rückenschild überdeckt, dessen Seitenflügel über den Basalgliedern der Kieferfüsse und Beine eine die Kiemen bergende Athemhöhle bilden, in welcher die schwingende Athemplatte der zweiten Maxillen die Wasserströmung unterhält (Fig. 463). Nur das letzte mehr oder minder beweglich bleibende Segment kann sich als freier Abschnitt getrennt erhalten. Das Stirnende des Kopfschildes läuft zwischen den Augen in einen Stachel (Rostrum) aus. Das feste kalkhaltige Integument des Rückenschildes zeigt vornehmlich bei den grösseren Formen symmetrische, durch die Ausbreitung der unterliegenden inneren Organe bedingte Erhebungen, welche als bestimmte, nach jenen benannte Regionen unterschieden werden.

Eine sehr verschiedene Gestalt und Grösse zeigt das Abdomen. Bei den *Macruren* erreicht dasselbe einen bedeutenden Umfang und besitzt ausser den fünf Fusspaaren, von denen freilich oft das vordere im weiblichen Geschlechte verkümmert, eine grosse Schwimmflosse (Telson und grosses Schwimmfusspaar des sechsten Segmentes). Bei den *Brachyuren* dagegen reducirt sich das Ab-

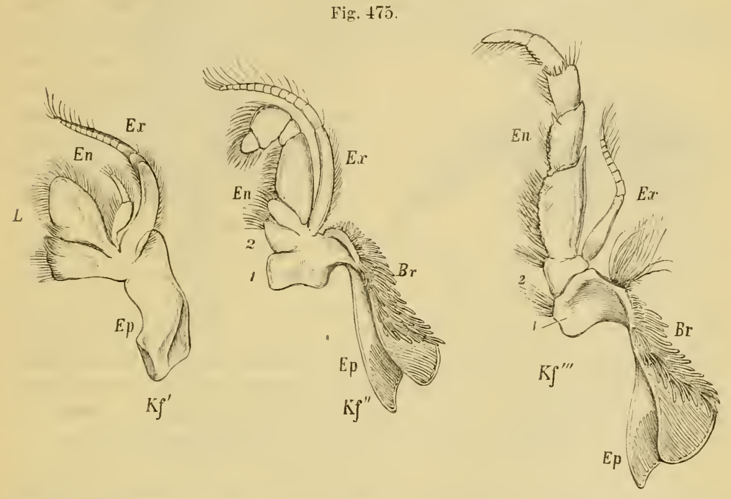
---

[1]) Herbst, Versuch einer Naturgeschichte der Krabben und Krebse. 3. Bde. Berlin 1782—1804. Leach, Malacostraca podophthalma Britanniae. London 1817—1821. Spence Bate, On the development of Decapod Crustacea. Phil. Transact. of the roy. Soc. London 1859. C. Claus, Zur Kenntniss der Malacostrakenlarven. Würzb. naturw. Zeitschr. Tom. II, 1861. Fr. Müller, Die Verwandlung der Garneelen. Archiv für Naturgesch., Tom. XIX, 1863. Derselbe, Für Darwin. Leipzig 1864. C. Claus, Neue Beiträge zur Morphologie der Crustaceen. Arbeiten aus dem zool. Institute etc. Wien, Tom. VI, 1885.

domen auf eine breite (Weibchen) oder schmale trianguläre (Männchen) Platte, die deckelartig über das ausgehöhlte Sternum umgeklappt wird und der Schwanzflosse entbehrt. Auch sind hier die Fusspaare dünn und stielförmig und finden sich beim Männchen nur an den zwei vorderen Segmenten entwickelt.

Die inneren Antennen, bei den *Brachyuren* oft in seitlichen Gruben versteckt, entspringen meist unterhalb der beweglich eingelenkten Augenstiele und bestehen aus einem dreigliedrigen Schaft und aus zwei bis drei vielgliedrigen Geisseln. Die zweiten Antennen inseriren sich meist an der Aussenseite der ersteren etwas abwärts an einer flachen, vor dem Munde gelegenen Platte (*Epistom*, Mundschild) und besitzen bei den guten Schwimmern einen

Fig. 475.



Die drei Kieferfusspaare von *Astacus*. *Kf'* Erster Kieferfuss. *En* Entopodit, *L* Kauladen. *Ex* Exopodit, *Ep* Epipodialplatte. *Kf''* Zweiter Kieferfuss. *Br* Epipodialkieme, 1, 2 die Glieder des Stammes. *Kf'''* Dritter Kieferfuss.

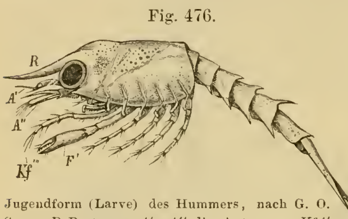
schuppenförmigen lamellösen Anhang. An ihrer Basis erhebt sich überall ein an der Spitze durchbohrter Höcker, auf welchen der Ausführungsgang der Antennendrüse ausmündet (Fig. 462).

Von den Mundtheilen sind die Mandibeln überaus verschieden gestaltet, aber in der Regel mit einem zwei- bis dreigliedrigen Taster versehen, der freilich bei Garneelen auch fehlen kann; entweder sind die Mandibeln geradgestreckt und am verdickten Vorderrande stark bezahnt *(Brachyuren)*, oder schlank und stark eingekrümmt *(Crangon)*, oder am Ende gabelig gespalten *(Palaemoniden* und *Alpheiden)*. Die vorderen Maxillen bestehen stets aus zwei Laden und einem meist einfachen Taster. Die hinteren Maxillen, an welchen meist vier Laden (zwei Doppelladen) nebst Taster unterschieden werden, tragen als Exopodit eine grosse borstenrandige, schwingende Athemplatte. Es folgen

sodann drei Paare von Kieferfüssen, welche einen Geisselast (Exopodit), aber auch einen epipodialen Anhang mit Epipodialkieme tragen (Fig. 475). So bleiben von den Gliedmassen der Brust nur fünf Paare als Beine zur Verwendung, von denen die beiden hinteren zuweilen verkümmern, ja in seltenen Fällen in Folge von Rückbildung ganz ausfallen können *(Lucifer)*. Die zugehörigen Brustsegmente sind in der Regel sämmtlich oder wenigstens bis auf das letzte mit einander verwachsen und bilden auf der Bauchseite eine zusammenhängende, bei den Brachyuren überaus breite Platte. Die Beine bestehen aus sieben Gliedern, welche denen der Arthrostraken entsprechen, und enden häufig mit einer Scheere oder Greifhand.

Der Furchungsvorgang scheint (ob überall?) ein superficialer zu sein, das heisst zunächst lediglich den peripherischen Dotter (Bildungsdotter) zu betreffen, während der centrale fettkügelchenreiche Nahrungsdotter eine ungetheilte Masse bleibt. Das Entoderm erscheint als grubenförmige Einsenkung der Keimblase, an deren vorderen Rand (Gastrulamund) das Mesoderm entsteht.

Fig. 476.



Jugendform (Larve) des Hummers, nach G. O. Sars. *R* Rostrum, *A'*, *A''* die Antennen, *Kf''* dritter Kieferfuss, *F'* vorderer Gehfuss.

Die meisten marinen Decapoden verlassen in Zoëaform die Eihüllen; unter den Macruren ist jedoch bei *Homarus* die Metamorphose sehr reducirt, indem die ausschlüpfenden Jungen schon sämmtliche Brustfüsse, freilich noch mit äusseren Schwimmfussästen, tragen, jedoch noch der Afterfüsse entbehren (Fig. 476). Bei *Astacus* ist sie ganz ausgefallen, indem die ausschlüpfenden Jungen bis auf die noch rudimentäre Schwanzflosse mit dem ausgebildeten Thiere übereinstimmen.

1. Unterordnung. *Macrura.* Das Abdomen stark entwickelt, mindestens so lang als der Vorderleib, mit vier oder fünf Paaren von Afterfüssen und mit wohl ausgebildeter breiter Schwanzflosse. Die inneren oberen Fühler mit zwei oder drei Geisseln, die äusseren mit einer einfachen Geissel, häufig an der Basis eine Schuppe tragend. Das dritte Kieferfusspaar beinförmig verlängert, die vorausgehenden nicht völlig bedeckend. Die ausschlüpfenden Zoëalarven langgestreckt, meist schon mit drei, den vorderen Brustfüssen, späteren Kieferfüssen entsprechenden Spaltfusspaaren. Mit dem Vorwachsen der noch fehlenden meist zweiästig angelegten Beinpaare treten sie in das *„Mysisstadium“* ein (Fig. 477).

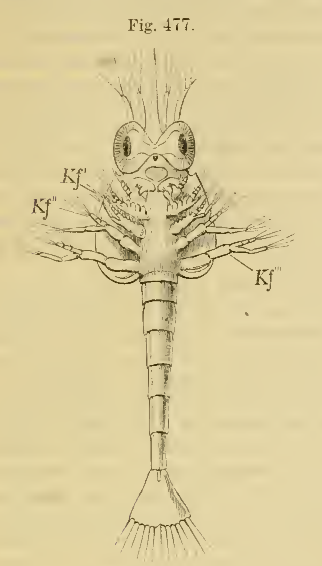
Fam. *Carididae,* Garneelen. Körper seitlich comprimirt, mit dünner Schale, oft gekielt und in einen sägeförmig gezähnten Stirnfortsatz auslaufend. Aeussere Fühler unterhalb der inneren eingefügt, mit grosser, den Stiel überragender Schuppe. Die langen und dünnen vorderen Beinpaare enden häufig mit Scheeren. Sie leben schaarenweise in der Nähe der Küsten. Einzelne Gattungen (Geisselgarneelen, *Penaeus*) besitzen noch rudimentäre Schwimmfussäste und sind durch eine viel vollständigere Metamorphose ausgezeichnet, die mit der Naupliusform beginnt und vor dem Zoëastadium noch eine Metanauplius- und Protozoëaform durchläuft. *Penaeus caramote* Desm., *Palaemon squilla* L., *Crangon vulgaris* Fabr.. *Pontonia tyrrhena* Risso, lebt zwischen den Schalen von Bivalven. *Alpheus dentipes* Gnér. *Sergestes atlanticus* Edw., *Lucifer typus* Edw.

Fam. *Astacidae,* Scheerenkrebse. Ziemlich grosse, meist hartschalige Krebse mit wenig comprimirtem Kopfbruststück und abgeflachtem Abdomen. Die äusseren Fühler sind neben

den inneren eingelenkt und tragen an ihrer Basis eine kleine oder ganz verkümmerte Schuppe. Das erste Fusspaar endet mit grossen Scheeren, häufig auch das zweite und dritte kleinere und schwächere Fusspaar. Einige weichhäutige Formen graben sich im Schlamme oder Sande ein. *Astacus fluviatilis* Rond., Flusskrebs. *Homarus vulgaris* Bel., Hummer. *Nephrops norvegicus* L., *Gebia littoralis* Risso, *Thalassina* Latr., *Callianassa subterranea* Mont., gräbt sich in den Ufersand ein.

Fam. *Loricata,* Panzerkrebse. Mit sehr derbem erhärteten Panzer und grossem breiten Hinterleib. Die inneren Fühler enden mit zwei kurzen Geisseln, alle fünf Fusspaare mit einfachen Klauen. Die Larven sind die breiten blattförmigen *Phyllosomen,* die früher für

Fig. 477.



Zoëa eines *Crangoniden.* *Kf'*, *Kf''*, *Kf'''* die drei späteren Kieferfusspaare, welche als spaltästige Schwimmfüsse fungiren.

Fig. 478.



Mysisstadium von *Galathea.* *L* Leber, *C* Herz, *Brf* Brustfüsse, *Af* Abdominalfüsse.

eine besondere Gattung gehalten wurden. *Palinurus vulgaris* Latr., Languste. *Scyllarus latus* Latr., Bärenkrebs, Mittelmeer.

2. Unterordnung. *Anomura.* Abdomen von mässiger Grösse mit nach vorne umgeschlagener reducirter Schwanzflosse. Das letzte, beziehungsweise auch das vorausgehende Paar der Gehfüsse verkümmert. Die Kieferfüsse des dritten Paares beinförmig. Die Zoëalarven besitzen beim Ausschlüpfen bereits die Anlage des dritten Kieferfusspaares, zeigen jedoch sonst im Wesentlichen den Habitus der Garneellarven. In der weiteren Entwicklung knospen die noch fehlenden Brustbeine als Schläuche hervor, und es werden sowohl die Pleopoden, als die Schwanzflosse gebildet (Fig. 478) *(Mysisstadium).* Einzelne Formen, wie *Birgus latro,* sind dadurch zu längerem Aufenthalt auf dem Lande befähigt, dass der hintere Theil der Kiemenhöhle Luft aufnimmt und die Wandungen zur Luftathmung befähigt erscheinen.

Fam. *Hippidae,* Sandkrebse. Mit länglichem Kopfbruststück und umgeschlagenem Endtheil des Abdomens. Erstes Beinpaar meist mit fingerförmigem Endgliede, letztes schwach. *Hippa eremita* L., lebt im Meeressande vergraben, Brasilien. *Albunea symnista* Fabr., Mittelmeer.

Fam. *Paguridae,* Einsiedlerkrebse. Abdomen langgestreckt, meist weichhäutig und verdreht, mit schmaler Afterflosse und stummelförmigen Afterfüssen. Das erste Fusspaar endet mit kräftigen Scheeren, die beiden letzten sind verkümmert. Suchen sich leere Schneckengehäuse auf zum Schutze ihres weichhäutigen Hinterleibes. *Pagurus Bernhardus* L., Bernhardskrebs. *Paguristes maculatus* Risso, *Coenobita rugosa* Edw., *Birgus latro* Herbst, mit Luft führendem, als Lunge fungirendem Abschnitte der Kiemenhöhle, soll Palmbäume erklettern. Philippinen.

Fam. *Galatheidae.* Mit breitem, ziemlich grossem Abdomen und wohl entwickelter Schwanzflosse. Das erste Beinpaar scheerentragend, das letzte schwach und verkümmert. *Galathea strigosa* L. Hier schliessen sich die *Porcellaneen* an, welche ihrem Habitus nach bereits den Brachyuren gleichen. *Porcellana platycheles* Penn., Adria und Mittelmeer.

3. Unterordnung. *Brachyura.* Mit Gruben zur Aufnahme der kurzen inneren Antennen und sog. Orbitae, Höhlen zur Aufnahme der gestielten Augen. Hinterleib kurz und verkümmert, ohne Schwanzflosse, gegen die vertiefte Unterfläche der Brust umgeschlagen, im männlichen Geschlechte schmal zugespitzt und nur mit einem, seltener mit zwei Paaren von Afterfüssen, im weiblichen breit mit vier Paaren von Afterfüssen. Das dritte Paar der Kieferfüsse mit breiten platten Gliedern, die vorausgehenden Mundtheile völlig bedeckend. Beim Weibchen erweitert sich jeder Oviduct zu einem Receptaculum seminis. Die ausschlüpfenden Zoëalarven, von gedrungener Form, mit nur zwei Spaltfusspaaren, aber vollzählig gegliedertem Abdomen, meist mit Stirn und Rückenstachel, treten später in die Megalopaform ein (Fig. 469). Viele sind Landbewohner.

Fam. *Notopoda,* Rückenfüsser. Die vier hinteren Füsse der Brust sind höher als die vorausgehenden Paare eingelenkt und auf den Rücken hinaufgerückt. Das erste Fusspaar mit grossen Scheeren. *Dromia vulgaris* Edw., *Dorippe lanata* L., Mittelmeer. *Lithodes* Latr.

Fam. *Oxystomata,* Rundkrabben. Mit rundlichem Cephalothorax und nicht vorspringender Stirn. Der Mundrahmen dreieckig. Männliche Geschlechtsöffnung am Hüftgliede des fünften Beinpaares, *Calappa granulata* L., Schamkrabbe. *Ilia nucleus* Herbst, Mittelmeer.

Fam. *Oxyrhyncha.* Dreieckskrabben. Meist mit dreieckigem Cephalothorax, mit vortretendem spitzen Stirnschnabel. Mundrahmen viereckig, nach vorne verbreitert. Jederseits neun Kiemen. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt am Hüftgliede des fünften Beinpaares. Schwimmen nicht, sondern kriechen. *Inachus scorpio* Fabr., *Maja squinado* Rond., *M. verrucosa* Edw., *Pisa armata* Latr., *Stenorhynchus phalangium* Penn., *Lambrus Massena* Roux.

Fam. *Cyclometopa,* Bogenkrabben. Mit breitem, kurzem, vorne abgerundeten Cephalothorax, ohne vortretenden Stirnschnabel. Jederseits neun Kiemen. Die männliche Geschlechtsöffnung liegt am Hüftgliede des fünften Beinpaares. Zum Theil gute Schwimmer. *Cancer pagurus* L., Taschenkrebs. *Xantho rivulosus* Risso, *Pilumnus hirtellus* L., *Eriphia spinifrons* Herbst, *Carcinus maenas* L., *Portunus puber* L., Mittelmeer.

Fam. *Catometopa (Quadrilatera),* Viereckskrabben. Mit viereckigem Cephalothorax. Weniger als neun Kiemen. Die männlichen Geschlechtsöffnungen liegen meist auf dem Sternum. Leben zum Theil längere Zeit vom Wasser entfernt, einige sogar in Erdlöchern als Landkrabben. *Pinnotheres pisum* L., Muschelwächter, in den Schalen von Mytilus. *P. veterum* Bosc., in den Schalen von Pinna, bereits den Alten bekannt, welche sich zwischen Krebs und Muschelthieren ein Verhältniss gegenseitiger Dienstleistung dachten. *Ocypoda cursor* Bel., *Gelasimus vocans* Deg., *Grapsus varius* Latr., *Gecarcinus ruricola* L., Landkrabbe. In den Kiemenhöhlen derselben hält sich das Wasser längere Zeit durch das Vorhandensein von secundären Räumen im Umkreis der Kiemenblättchen, welche deshalb nicht mit einander verkleben können. Lebt in Erdlöchern auf den Antillen.

Den Entomostraken und Malacostraken gegenüber wird man die fossilen Merostomen in Verbindung mit den durch die noch lebende Gattung Limulus vertretenen Xiphosuren und den ausschliesslich fossilen Trilobiten als *Palae-*

ostraken zusammenfassen können. Dieselben sind als Wasser bewohnende, durch Kiemen athmende Arthropoden den Crustaceen anzuschliessen, obwohl sie zu der zweiten Arthropodenreihe, den Arachnoideen, hinführen und besonders mit den Scorpionen näher verwandt zu sein scheinen.

In erster Linie ist für dieselben der Besitz eines einzigen, vor dem Munde gelegenen Gliedmassenpaares, sowie das Auftreten von vier oder fünf um den Mund gelegenen Beinpaaren charakteristisch, deren Basalglieder als umfangreiche Mandibel-ähnliche Kaustücke umgebildet sind. Wenn man von *Limulus* als dem noch jetzt lebenden Repräsentanten der *Xiphosuren* auf die ausschliesslich vorweltlichen *Merostomen* und *Trilobiten* zurückschliessen darf, so würde die vor dem Munde gelegene Gliedmasse nicht von dem Gehirne, sondern von dem unteren Schlundganglion ihre Nerven erhalten haben, womit ihre Bedeutung als vordere Antenne zurückgewiesen wäre. Dieselbe dürfte auf das erste Rumpfgliedmassenpaar zu beziehen sein und den sog. Kieferfühlern der Arachnoideen entsprechen, deren Nerven zwar meist am Gehirne austreten, jedoch im ersten postoralen Ganglion wurzeln. Erst hinter dem letzten Beinpaare folgt als eine Art Unterlippe eine einfache oder gespaltene Erhebung. Der Körpertheil, welcher diese Gliedmassenpaare trägt, ist als ungegliedertes Kopfbruststück zu bezeichnen, dessen schildförmig verbreiterte Schale in flügelförmig vorstehende Seitenstücke ausgezogen sein kann und auf der oberen Fläche ausser zwei grossen Seitenaugen zwei kleine mediane Stirnaugen trägt.

Auf das Kopfbruststück folgt ein meist langgestrecktes, aus einer grösseren Zahl von Segmenten zusammengesetztes Abdomen, welches sich nach dem hinteren Körperende verjüngt und mit einem flachen oder stachelförmig ausgezogenen Schwanzschild endet. Die Entwicklung und die innere Organisation von Limulus hat Vieles mit den Arachnoideen gemeinsam, durchläuft jedoch kein auf eine Naupliusform zu beziehendes Stadium.

1. Ordnung. **Merostomata**[1]), **Merostomen.**

Mit fünf Gliedmassenpaaren an dem relativ kurzen Cephalothorax, mit langgestrecktem, aus meist zwölf Segmenten zusammengesetztem gliedmassenlosen Abdomen, welches mit flachem oder stachelförmigen Schwanzschild abschliesst.

Der gewaltige Körper der (von Woodward mit den Poecilopoden vereinigten) *Eurypteriden (Eurypterus)* besteht aus einem Kopfbrustschild mit medianen Ocellen nebst grossen vortretenden zusammengesetzten Seitenaugen und diesem angeschlossen aus einem Abdomen mit zahlreichen (meist 12) Segmenten, welche nach hinten an Länge zunehmen und mit einem kurzen, in einen Stachel *(Eurypterus)* oder in eine Platte *(Pterygotus)* auslaufenden Schwanzschild abschliessen. An der Unterseite des Kopfbrustschildes liegen um den Mund fünf langgestreckte bestachelte Beinpaare, von denen das letzte, bei weitem grösste mit breiter Ruderflosse endet. Einige der vorderen Gliedmassen können auch mit einer Scheere bewaffnet sein. Hinter der Mundöffnung findet sich eine einfache als Metastom bezeichnete

[1]) Woodward, Monograph of the Brit. fossil Crustacea belonging to the order of Merostomata. P. I und II. Palaeont. soc. of London, 1866—1869. Derselbe, On some points in the structure of the Xiphosura having reference to their relationship with the Eurypteridae. Quarterl. Journ. geol. Soc. of London, 1867, sowie 1871.

Platte. Auffallend ist die Annäherung der echten Eurypteriden in ihrer allgemeinen Körperform an die Scorpioniden, während die Gattung *Hemiaspis* zu den Poecilopoden hinführt.

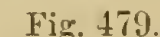
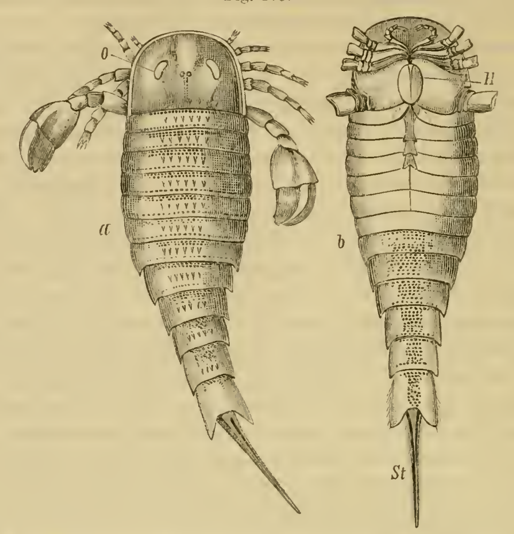


Fig. 479.



Eurypterus remipes, nach Nieszkowski. *a* Rückenansicht, *b* Bauchansicht. *O* Augen. *St* Schwanzstachel, *H* Hypostom.

Die wichtigsten Formen sind: *Eurypterus pygmaeus* Salt., devonisch (Fig. 479); *Pterygotus anglicus* Ag., vier Fuss lang, aus dem oberen Silur und aus dem unteren Devon Schottlands.

2. Ordnung. **Xiphosura**[1] **(Poecilopoda), Schwertschwänze.**

Mit grossem schildförmigen Cephalothorax, an welchem sechs Gliedmassenpaare entspringen, und gelenkig abgesetztem, fünf lamellöse Fusspaare tragendem Abdomen, welches mit einem langen beweglichen Schwanzstachel endet.

Der grosse, mit festem Chitinpanzer bedeckte Körper dieser Thiere zerfällt in ein gewölbtes Kopfbrustschild und ein flaches, fast sechsseitiges Abdomen, welchem sich noch ein schwertförmiger beweglicher Stachel anschliesst. Das erste bildet die weit grössere Vorderhälfte des Leibes und besitzt auf seiner gewölbten Rückenfläche zwei grosse zusammengesetzte Augen und weiter nach vorne, der convexen Stirnfläche zugekehrt, zwei kleinere, der Medianlinie mehr genäherte Nebenaugen. Auf der unteren Seite desselben entspringen sechs Paare von Gliedmassen, von denen das vordere schmächtig bleibt und nach seiner Lage vor der Mundöffnung als ein Fühlerpaar anzusehen ist, obwohl es ebenso wie die nachfolgenden Beinpaare mit einer Scheere endet. Diese umstellen rechts und links die Mundöffnung und dienen in ihren Coxalgliedern zugleich als Mundtheile zur Zerkleinerung der

[1]) A. J. Packard, The Development of Limulus Polyphemus. Soc. of nat. hist., 1870. Derselbe, The anatomy, histology and embryology of Limulus polyphemus. Mem. Boston Society Natural History. Boston 1880. A. M. Edwards, Recherches sur l'anatomie des Limules. Ann. sc. nat., V. sér., Tom. XVII, 1872—1873. E. Ray Lankester, Limulus on Arachnid. Quarterl. Journ. of microsc. Science, Vol. XXI, 1881.

Nahrung. Dazu kommt am Ende des Cephalothorax ein Paar plattenförmiger Anhänge, welche, in der Mittellinie verbunden, eine Art Deckel für die Kiemenanhänge des Abdomens herstellen. Die Form dieser Kiemendeckplatte (Operculum) bietet bei den asiatischen und amerikanischen Limulusarten constante Abweichungen, indem das Mittelstück derselben bei den ersteren ungetheilt ist, bei den letzteren aus zwei Gliedern besteht (Fig. 480).

Der schildförmige Hinterleib, welcher mittelst eines queren Gelenkes am Kopfschilde in der Richtung vom Rücken nach dem Bauche bewegt wird, ist jederseits mit beweglichen pfriemenförmigen Stacheln bewaffnet und trägt auf seiner ventralen Fläche fünf Paare lamellöser Beine, welche von dem am Ende des Cephalothorax entspringenden Plattenpaare fast vollständig bedeckt werden. Die Beine dienen sowohl zum Schwimmen, als zur Respiration, da an ihnen die Kiemenblätter liegen.

Fig. 480.

O a St A B b Op K Af

a Limulus moluccanus, vom Rücken gesehen, nach Huxley. *O* Augen, *St* Schwanzstachel. — *b L. rotundicauda*, nach M. Edwards. Bauchansicht. *A* Antennen, *B* die Füsse mit ihren Coxalkiefern, *K* Kiemen, *Op* Operculum, *Af* After.

Die innere Organisation erlangt bei der bedeutenden Körpergrösse eine verhältnissmässig hohe Entwicklung. Am *Nervensystem* unterscheidet man einen breiten Schlundring, dessen vordere Partie als *Gehirn* die Augennerven entsendet, während aus den seitlichen Theilen des ersteren die sechs Nervenpaare der Antennen und Beine entspringen, ferner eine untere Schlundganglienmasse mit drei Quercommissuren und einem gangliösen Doppelstrang, welcher Aeste an die Bauchfüsse abgibt und mit einem Doppelganglion im Abdomen endet.

Der *Verdauungscanal* besteht aus Oesophagus, Kaumagen und einem geradgestreckten, mit einer Leber *(Hepatopancreas)* in Verbindung stehenden Magendarm, welcher vor der Basis des Schwanzstachels im After ausmündet. Ansehnliche rothe Drüsenschläuche, welche jederseits im Cephalothorax liegen und im jugendlichen Thiere am fünften Gliedmassenpaare ausmünden, wurden als *Coxaldrüsen* beschrieben, und Segmentalorganen oder Nephridien gleichgestellt.

Das Herz ist ein langgestrecktes, von acht Paaren durch Klappen verschliessbarer Spaltöffnungen durchbrochenes Rückengefäss und führt in Arterien, welche sich bald in lacunäre Blutbahnen fortsetzen. Von der Basis der Kiemen führen zwei venöse Räume das Blut nach dem Pericardialsinus zurück. Als Respirationsorgane fungiren fünf Paare von an den Bauchfüssen gelegenen Kiemen, welche aus einer sehr grossen Anzahl dünner, wie die Blätter eines Buches nebeneinander liegender Lamellen bestehen.

Die verästelten Ovarien vereinigen sich zu zwei Eileitern, welche an der unteren Seite des vorderen deckelartigen Beinpaares mit zwei getrennten Oeffnungen ausmünden; an gleicher Stelle liegen beim Männchen, dessen vordere Brustfüsse mit einfachen Klauen enden, die Oeffnungen der beiden Samenleiter.

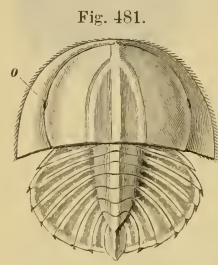
Ueber die Entwicklung ist bekannt, dass die Jungen noch ohne Schwanzstachel, auch oft ohne die drei hinteren Kiemenfusspaare das Ei verlassen. Man hat dieses Stadium wegen der Trilobitenähnlichkeit treffend das Trilobitenstadium genannt (Fig. 481). An dem Kopfschild erhebt sich Glabellaähnlich ein wulstförmiges Mittelstück, das auch an den Abdominalsegmenten wiederkehrt, von denen das letzte zwischen den Seitentheilen die kurze Anlage des Schwanzstachels umfasst. In dem nachfolgenden Stadium kommt der Schwanzschild und der Schwanzstachel zur Ausbildung.

Die ausgewachsenen Thiere erreichen die Länge von mehreren Fuss und leben ausschliesslich in den warmen Meeren sowohl des indischen Archipels, als an den Ostküsten

Nordamerikas. Sie halten sich in einer Tiefe von 2 bis 6 Faden auf und wühlen im Schlamme unter abwechselndem Beugen und Strecken des Kopf- und Schwanzschildes und des Schwanzstachels. Als Nahrung dienen vornehmlich Nereiden. Versteinert finden sie sich besonders im Sohlenhofener lithographischen Schiefer, aber auch in den älteren Formationen bis zum Uebergangsgebirge. *Limulus moluccanus* Latr., Ostindien. *L. polyphemus* L., Ostküste Nordamerikas.

Den Merostomen und Xiphosuren schliessen sich die *Trilobiten* [1]) an, deren systematische Stellung zur Zeit noch keine sichere Bestimmung gestattet. Dieselben lebten nur zur paläozoischen Zeit und sind uns leider, obwohl in grossem Formenreichthum und in sonst vortrefflichem Zustande, doch nur unter solchen Verhältnissen versteinert erhalten, dass die Unterseite des Körpers und mit ihr die Beschaffenheit der Gliedmassen der Untersuchung wenig zugängig erscheint und diejenigen Charaktere verschlossen bleiben, welche über die Verwandtschaftsbeziehungen Entscheidung geben könnten. Folgt auch aus dieser Art der Erhaltung die weichhäutige Beschaffenheit der Beinpaare [2]), so ist doch der frühere Schluss Burmeister's auf die Uebereinstimmung derselben mit denen der Phyllopoden nicht gerechtfertigt.

Fig. 481.



Embryo von *Limulus* im Trilobitenstadium, nach A. Dohrn. *O* Auge.

An dem häufig einrollbaren, von dickem Schalenpanzer bedeckten Körper, welcher durch zwei parallele Längsfurchen in einen erhöhten Mitteltheil *(Rhachis)* und zwei Seitentheile *(Pleurae)* zerfällt und nur selten eine bedeutende Grösse erlangt, unterscheidet man einen vorderen, halbkreisförmig gewölbten Abschnitt als Kopf oder auch wohl als Kopfbruststück und eine Anzahl scharf abgesetzter Rumpfsegmente, welche theils dem Thorax, theils dem Abdomen zugehören und durch ein grösseres schildförmiges Schwanzstück, *Pygidium*, beschlossen werden (Fig. 482). Am Rande des Pygidiums schlägt sich der Panzer der Oberseite nach der Bauchseite um und lässt nur den Mitteltheil der letzteren zwischen den scharf begrenzten Rändern des Schildumschlages frei. Die Seitentheile, „*Genae*“, des Kopfes, dessen Mittelabschnitt als „*Glabella*“ besonders vorspringt, tragen meist auf zwei Erhebungen grosse Facettenaugen und ziehen sich oft in zwei sehr lange, nach hinten gerichtete Stacheln aus, während sie nach der Bauchfläche zu ebenfalls Duplicaturen bilden. Ausser einer der Unterlippe von Apus vergleichbaren Platte (Unter-

Fig. 482.



Diagramm von *Dalmanites*, nach Pictet. *Gl* Glabella, *Sf* grosse Naht (Gesichtsnaht), *O* Auge, *Ge* Wangen (Genae), *Rh* Rhachis (Tergum), *Pl* Pleurae, *Py* Pygidium.

---

[1]) Burmeister, Die Organisation der Trilobiten etc. Berlin 1843. Beyrich, Untersuchungen über Trilobiten. Berlin 1845–1846. J. Barrande, Système silurien du centre de la Bohème. Prague 1852. S. W. Salter, A monograph of British Trilobites. London 1864 bis 1866. C. D. Walcott, The Trilobite: new and old evidence relating to its organisation. Bulletin of the Museum of comp. Zoology. Cambridge 1881. Ch. E. Beecher, The Larval States of Trilobites. Amer. Geologist. Vol. XVI, September 1895.

[2]) Vergl. E. Billings, Notes on some specimens of Lower Silurian Trilobites, sowie H. Woodwaard, Note on the Palpus and other Appendages of Asaphus etc. Quarterl. Journ. of the Geolog. Soc., London 1870, ferner Walcott, Ch. E. Beecher u. A.

gesicht, Hypostoma) hat man keinerlei Mundwerkzeuge an der Ventralfläche des Kopfes nachgewiesen. Die Rumpfsegmente, deren Zahl zwar mannigfach variirt, aber doch für den ausgebildeten Zustand der einzelnen Arten bestimmt ist, zeigen an ihren Seitentheilen ebenfalls ventrale, meist eigenthümlich gestreifte Umbiegungen, sowie mannigfach gestaltete flügelförmige Fortsätze und spitze lange Stacheln. Der Versuch Ch. E. Beecher's, die jüngsten als Protaspis bezeichneten Stadien auf die Naupliusform zurückzuführen, ist durchaus missglückt. Die Trilobiten waren Bewohner des Meeres und lebten wahrscheinlich an seichten Plätzen in der Nähe der Küsten in Schwärmen zusammen; ihre Ueberreste repräsentiren mit die ältesten thierischen Organismen und finden sich vorzugsweise in Böhmen, Schweden, Russland und Nordamerika schon in den untersten Schichten des Uebergangsgebirges. Nach der Beschaffenheit des Kopfes, besonders der Glabella, nach der Form des Pygidiums und nach der Zahl der Rumpfglieder hat man zahlreiche Familien unterschieden. Die wichtigsten Gattungen sind: *Calymene Blumenbachii* Brongn., *Olenus gibbosus* Wahlb., *Ellipsocephalus Hoffii* Schlotth., *Asaphus expansus* Wahlb., *Paradoxides* Brongn.

II. Classe. Arachnoidea[1]), Arachnoideen.

Luftathmende Arthropoden mit Cephalothorax, ohne Fühler, mit zwei Kieferpaaren, vier Beinpaaren und gliedmassenlosem Abdomen.

Die Arachnoideen variiren in ihrer Leibgestalt ausserordentlich. Kopf und Brust sind zwar stets zu einem kurzen Cephalothorax verschmolzen, allein das Abdomen verhält sich sehr verschieden. Bei den Scorpionen sitzt das langgestreckte Abdomen dem Cephalothorax in ganzer Breite an und zerfällt in ein breites, segmentirtes Präabdomen und ein schmales, ebenfalls segmentirtes, sehr bewegliches Postabdomen. Bei den Spinnen ist der kugelig aufgetriebene Hinterleib ungegliedert und mittelst eines kurzen Stieles dem Cephalothorax angefügt, bei den Milben gleichfalls ungegliedert, jedoch mit dem Kopfbruststück verschmolzen. Bei den Pentastomiden streckt sich der gesammte Leib zu einem geringelten wurmartigen Körper mit vier paarig gestellten Klammerhaken anstatt der Extremitätenpaare, so dass man diese Thiere als Zungenwürmer bezeichnen und bei ihrem parasitischen Aufenthalte den Eingeweidewürmern unterordnen konnte.

Die grossen und hochorganisirten Scorpione sind als die ältesten Arachnoideen zu betrachten und stammen vielleicht von den kiemenathmenden Paläostraken ab. Die übrigen Gruppen ergeben sich sowohl der Grösse als der Organisation nach als in verschiedenem Masse reducirte und zum Theil in Folge von Parasitismus bedeutend herabgesunkene Formenreihen.

Charakteristisch ist die durchgreifende Reduction des Kopfabschnittes, welchem wahre Fühler fehlen und nur zwei zu Mundwerkzeugen verwendete

---

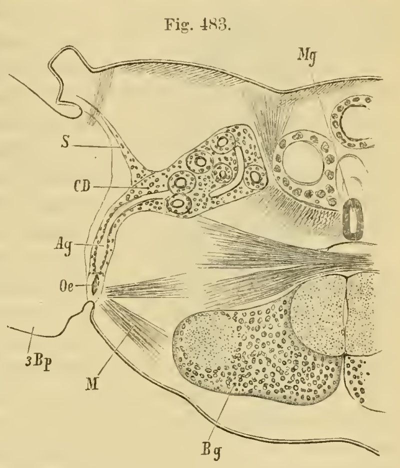
[1]) C. A. Walckenaer et P. Gervais, Histoire naturelle des Insectes Aptères. 3 Vols. Paris 1837—1844. Hahn und Koch, Die Arachniden, getreu nach der Natur abgebildet und beschrieben. Nürnberg 1831—1849. E. Blanchard, Organisation du règne animal. Arachnides. Paris 1860. Newport, On the structure, relations and development of the nervous and circulatory systems in Myriapoda and macrourous Arachnida. Phil. Transact. 1843. J. Mac Leod, Recherches sur la structure et la signification de l'appareil respiratoire des Arachnides. Archiv. de Biolog. Tom. V, 1884.

Extremitätenpaare angehören. Man hat zwar die vorderen, zu Kiefern verwendeten Gliedmassen des Kopfes als umgebildete Fühler betrachtet und *Kieferfühler (Cheliceren)* genannt, indessen sind dieselben mit besserem Rechte dem ersten Rumpfgliedmassenpaare (zweiten Antennen) gleichzustellen, da ihre Nerven nicht im Gehirne, sondern in der unteren Schlundganglienmasse wurzeln und überdies das zugehörige Ganglion in der embryonalen Anlage dem ersten postoralen Segmente zugehört. Diese Oberkiefer oder Kieferfühler sind entweder *Scheerenkiefer,* wenn das klauenförmige Endglied gegen einen Fortsatz des vorausgehenden Gliedes bewegt wird (Scorpione, zahlreiche Milben), oder *Klauenkiefer,* wenn dasselbe einfach nach abwärts oder einwärts geschlagen wird (Spinnen). Es können die Kieferfühler aber auch Stilette bilden, die dann von den Laden der Unterkiefer wie von zwei Halbrinnen röhrenartig umschlossen werden (Milben). Der Unterkiefer, das zweite Gliedmassenpaar des Kopfes, besteht aus einer Kieferlade als Grundglied und einem *Kiefertaster,* welcher häufig die Form und Gliederung eines Beines erhält. Dieser endet entweder klauenlos, oder als *Klauentaster* mit einer Klaue oder als *Scheerentaster* mit einer Scheere (Scorpione). Bei den echten Spinnen schiebt sich zwischen die beiden Laden der Unterkiefer noch eine demselben Segmente angehörige unpaare Platte als Unterlippe ein. Die vier nachfolgenden Gliedmassenpaare der Brust sind die zur Ortsbewegung verwendeten Beine, von denen das erste zuweilen eine abweichende Form erhält, sich tasterartig verlängert (Pedipalpen) und mit seinem Basalglied sogar als Kiefer fungiren kann. Die Beine bestehen aus sieben oder auch sechs Gliedern, welche bei den höheren Formen analog den Abschnitten des Insectenbeines bezeichnet werden.

Die innere Organisation der Arachnoideen zeigt kaum geringere Differenzen als die der Crustaceen. Am *Nervensysteme* sind Gehirn und Bauchmark nicht immer scharf getrennt und liegen bei stark verkürzten Commissuren nicht hinter, sondern über einander. Bei den Milben können beide so eng verbunden sein, dass sie eine gemeinschaftliche Ganglienmasse um den Schlund darstellen (Milben). Bei den Pentastomiden ist das Gehirn auf eine bandförmige Querbrücke über dem Schlunde reducirt, in den höheren Formengruppen aber von ansehnlichem Umfang. Vom Gehirne entspringen die Augennerven, während die Nerven der Kieferfühler in dem vorderen an die Commissur emporgerückten unteren Schlundganglion wurzeln. Eingeweidenerven sollen bei den Spinnen und Scorpionen vorhanden sein. Von *Sinnesorganen* treten Augen auf, welche niemals zusammengesetzte Augen mit facettirter Hornhaut darstellen, sondern als unbewegliche Punktaugen, der Zahl nach zwischen 2 und 12 schwankend, in symmetrischer Weise auf der Scheitelfläche des Kopfbrustschildes vertheilt sind. Gehörorgane wurden bislang nicht nachgewiesen, wohl aber Tast- und Spürorgane. Der *Verdauungscanal* erstreckt sich in gerader Richtung vom Mund zum hinteren Körperende und zerfällt in einen engen Oesophagus und einen weiteren Magendarm,

welcher in der Regel seitliche Blindsäcke trägt. Der letztere gliedert sich wiederum bei den Spinnen und Scorpionen in einen vorderen erweiterten Abschnitt, den sogenannten Magen, und in den Darm ab. Als Anhangsdrüsen des Darmes finden sich *Speicheldrüsen,* bei den Spinnen und Scorpionen eine aus zahlreichen verästelten Canälen zusammengesetzte *Leber* und mit seltenen Ausnahmen (Phalangiiden) am Enddarm *Malpighi'sche Gefässe* als *Harnorgane.* Neben denselben kommen aber noch als Nephridien zwei den Segmentalorganen gleichwerthige Drüsen in Betracht, welche, unter der Bezeichnung *Coxaldrüsen* beschrieben, als lange in Windungen zusammengelegte Röhrchen sich durch die Seiten des Thorax erstrecken und zwischen dem dritten und vierten Beinpaare ausmünden (Fig. 483), meist aber am ausgebildeten Thiere rückgebildet zu sein scheinen und nur noch als Rudimente ohne Ausmündung erhalten sind.

Fig. 483.



Senkrechter Querschnitt durch den Cephalothorax eines jungen *Atypus*. *CD* Coxaldrüse, *Ag* Ausführungsgang derselben mit der Spaltöffnung (*Oe*) hinter dem dritten Beinpaare (*3 Bp*), *S* Suspensorium derselben, *M* Muskeln, *Bg* Brustganglienmasse, *Mg* Saugmagen,

Die Organe des *Kreislaufes* und der *Respiration* zeigen ebenfalls verschiedene Grade der Ausbildung und fallen nur bei den niedersten Milben vollständig hinweg. Das Herz liegt im Abdomen als langgestrecktes, mehrkammeriges Rückengefäss mit seitlichen Spaltöffnungen zum Eintritt des Blutes und häufig mit Aorten am vorderen und hinteren Ende, zu denen bei den Scorpionen noch seitliche verzweigte Gefässstämme hinzukommen. Die *Respirationsorgane* sind innere Lufträume, welche entweder als *Tracheen* die Form vielfach verzweigter Röhren besitzen, oder hohle Lamellen *(Fächertracheen,* sogenannte *Lungen)* darstellen, die in grosser Zahl wie die Blätter eines Buches nebeneinander liegen und, miteinander durch Trabekeln verbunden, die Gestalt eines Sackes darbieten. Stets werden die Lufträume durch eine feste innere Chitinmembran, die sich in den Tracheen zu einem spiraligen Faden verdickt, offen erhalten, so dass die Luft durch die paarigen Mündungen *(Stigmata)* der Tracheen oder Lungen am Anfange des Abdomens eintreten und sich bis in die feinsten Verzweigungen ausbreiten muss.

Die Arachnoideen sind getrennten Geschlechtes. Die Männchen unterscheiden sich häufig schon durch äussere Geschlechtsmerkmale, so durch ihre geringere Körpergrösse, durch den Besitz von Haftorganen (Milben) oder

durch Umgestaltung gewisser Gliedmassen. Die Geschlechtsorgane bestehen aus einem paarigen oder unpaaren Hoden, deren Samenleiter vor ihrer getrennten oder gemeinsamen Ausmündung an der Basis des Hinterleibes oft noch die Ausführungsgänge accessorischer Drüsen aufnehmen. Copulationsorgane am Ende der Geschlechtsöffnungen fehlen in der Regel, während entfernt liegende Extremitäten, wie die Kiefertaster der Spinnen, bei der Begattung zur Uebertragung des Spermas dienen. Die weiblichen Geschlechtsorgane sind paarige oder unpaare Drüsen, meist von traubiger Form, mit paarigen Oviducten, welche von ihrer getrennten oder gemeinsamen Mündung am Anfange des Abdomens meist zu einem Samenbehälter anschwellen und ebenfalls mit accessorischen Drüsen in Verbindung treten. Selten *(Phalangium)* findet sich eine lange, vorstreckbare Legeröhre.

Nur wenige Arachnoideen gebären lebende Junge (Scorpione und einige Milben), die meisten legen Eier ab. In der Regel haben die ausgeschlüpften Jungen bereits die Körperform der ausgewachsenen Thiere, indessen fehlen bei den meisten Milben noch ein, seltener zwei Beinpaare, die erst mit den nachfolgenden Häutungen auftreten; die Entwicklung der Pycnogoniden, Pentastomen und Hydrachneen (Wassermilben), welche letztere ein puppenähnliches, ruhendes Stadium durchlaufen, ist eine complicirte Metamorphose.

Fast alle Arachnoideen nähren sich von thierischen, wenige von pflanzlichen Säften, zu denen sie auf der niedersten Stufe als Parasiten Zugang finden. Die grösseren, höher organisirten Formen bemächtigen sich selbstständig als Raubthiere der lebenden, vorzugsweise aus Insecten und Spinnen bestehenden Beute und besitzen meist Giftwaffen zum Tödten derselben. Viele bauen sich mittelst Secretes von Spinndrüsen Gewebe und Netze, in denen sie die zu ihrer Nahrung dienenden Thiere fangen. Die meisten halten sich den Tag über unter Steinen und in Verstecken auf und kommen erst am Abend und zur Nachtzeit aus den Schlupfwinkeln zum Nahrungserwerbe hervor.

1. Ordnung. **Scorpionidea** [1]), **Scorpione.**

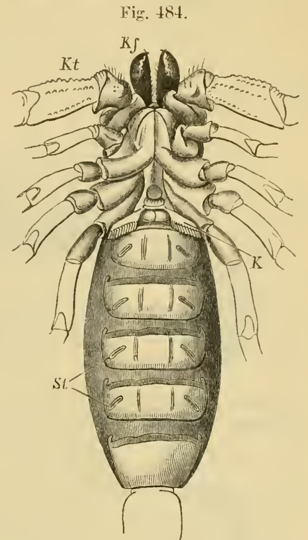
Mit scheerenförmigen Kieferfühlern und beinförmig verlängerten, scheerenförmigen Kiefertastern, mit achtgliedrigem Präabdomen und sechsgliedrigem verengerten Postabdomen, mit Giftstachel am Schwanzende und mit vier Paaren von Fächertracheen oder Lungen.

Die Scorpione haben durch ihre gewaltigen Scheerentaster und ihren festen Körperpanzer eine gewisse Aehnlichkeit mit den zehnfüssigen Schalen-

[1]) P. Gervais, Remarques sur la famille des scorpions et description de plusieurs espèces nouvelles etc. Arch. du musée d'hist. nat. IV. Newport, On the structure, relations and development of the nervous and circulatory systems in Myriapoda and macrourous Arachnida. Philos. Transactions, 1843. L. Dufour, Histoire anatomique et physiologique des Scorpions. Mém. prés. à l'acad. des sciences. XIV, 1856. E. Metschnikoff, Embryologie des Scorpions. Zeitschr. für wiss. Zool., 1870. A. Brauer, Beiträge zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte des Scorpions. I u. II. Zeitschr. für wissensch. Zoologie, 1894 u. 1895.

krebsen (Fig. 484). Dem gedrungenen Kopfbruststück schliesst sich ein langgestrecktes Abdomen an, welches in ein walzenförmiges achtgliedriges[1]) Präabdomen und ein sehr enges, nach oben emporgehobenes sechsgliedriges Postabdomen zerfällt, an dessen Ende sich ein gekrümmter, mit zwei Giftdrüsen versehener Giftstachel erhebt. Die Kieferfühler sind dreigliedrige Scheerenfühler, die Kiefertaster enden mit aufgetriebenem Scheerengliede, während das Basalglied mit breiter Mahlfläche als Lade dient. Die vier Beinpaare sind kräftig entwickelt und enden mit Doppelkrallen. In der inneren Organisation erheben sich die Scorpione zur höchsten Stufe unter allen Arachnoideen.

Fig. 484.



Cephalothorax und Präabdomen von *Scorpio africanus* (règne animal). *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *K* kammförmige Anhänge, *St* Stigmen.

Das *Nervensystem* besteht aus einem zweilappigen Gehirn, einer grossen ovalen Brustganglienmasse und sieben bis acht kleineren Ganglienanschwellungen des Abdomens, von denen die vier letzten dem Postabdomen zugehören (Fig. 485). Als Eingeweidenervensystem betrachtet man ein kleines, am Anfange des Schlundes gelegenes Ganglion, welches durch Fäden mit dem Gehirn verbunden ist und Nerven zum Darmcanal entsendet. Als Sinnesorgane kommen hauptsächlich Augen in Betracht, welche als unicorneale Punktaugen zu drei bis sechs Paaren in der Weise vertheilt sind, dass das bei weitem grösste Paar auf der Mitte des Cephalothorax, die übrigen rechts und links an den Seiten des Stirnrandes liegen. Die beiden Mittelaugen besitzen aber insofern eine abweichende Structur, als unter ihrer Cornealinse die Retinazellen in gleichartigen den Retinulae der Facettenaugen ähnlichen Gruppen nebeneinander stehen.

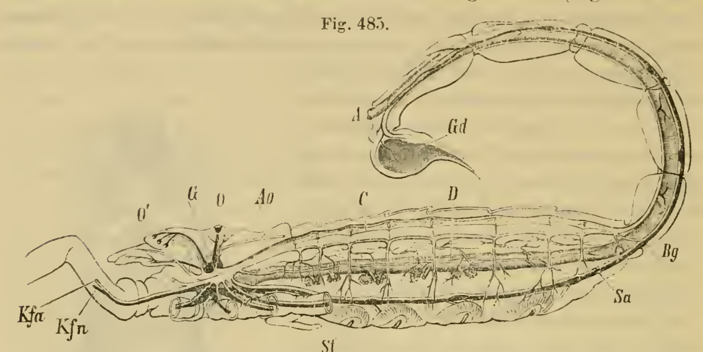
Der *Darmcanal* bildet ein enges gerades Rohr, welches im Präabdomen von der umfangreichen, vielfach gelappten Leber umlagert wird und am vorletzten Hinterleibsringe ausmündet. Als Excretionsorgane fungiren zwei vom Entoderm entstandene Malpighi'sche Gefässe. Dazu kommt ein Paar Coxaldrüsen, welche in der embryonalen Entwicklung sehr früh auftreten und am dritten Beinpaare ausmünden.

Der *Kreislauf* verhält sich am complicirtesten in der ganzen Classe, doch erscheinen auch hier wie bei den Decapoden besondere Blutsinus der Leibeshöhle in das Gefässsystem eingeschoben. Das gestreckte, in acht

[1]) Die Embryonalanlage zeigt acht Segmente, von denen die Gliedmassenanlagen des ersten Segmentes frühzeitig rückgebildet werden, die des zweiten zu der Genitalopercula werden.

Kammern getheilte und durch Flügelmuskeln befestigte Rückengefäss wird von einem Pericardialsinus umgeben und nimmt aus diesem das Blut durch acht Paare von Spaltöffnungen auf, um dasselbe durch eine vordere und hintere, sowie durch seitliche Arterien nach den Organen hinzuleiten. Unter den aus der Kopfaorta entspringenden Gefässen tritt eine supraneurale, längs des Bauchmarkes verlaufende Arterie an Umfang hervor (Fig. 485). Die

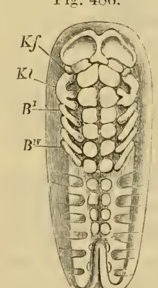
Fig. 485.



Durchschnitt durch den Körper eines Scorpions nach Newport. *C* Herz, *Ao* Aorta, *G* Gehirn, *O* Mittelauge. *O'* Stirnaugen der einen Seite, *D* Darmcanal mit den Leberschläuchen, *Sa* Supraneuralarterien, *Bg* Bauchganglienkette, *Kfn* Nerv des Kiefertasters, *Kfa* Arterie desselben, *St* Stigmen der Fächertracheen, *A* After, *Gd* Giftdrüse.

feineren Arterienenden scheinen durch Capillaren in die Anfänge der venösen Bahnen zu führen, aus denen sich das Blut in einem der Bauchwand dicht aufliegenden Behälter sammelt. Von diesem strömt das Blut nach den Athmungsorganen und durch venöse Bahnen in den Pericardialsinus nach dem Herzen zurück.

Fig. 486.



Embryo eines Scorpions, nach E. Metschnikoff. *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *BI* bis *BIV* die vier Paar Brustbeine. Auch am Abdomen finden sich Beinstummel.

Die *Respiration* erfolgt durch vier Paare von Fächertracheen, welche mit ebensoviel Stigmenpaaren an dem 4.—7. Abdominalsegmente sich öffnen. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane münden an der Basis des Abdomens unter zwei eigenthümlichen kammförmigen Anhängen, den Gliedmassenresten des 2. Abdominalsegmentes, welche als Tast- und Spürorgane dienen. Die Männchen zeichnen sich vor den Weibchen durch breitere Scheeren und ein längeres Postabdomen aus. Die Weibchen sind lebendig gebärend. Die Entwicklung des Eies erfolgt in den Ovarien, und besitzen die Embryonen auch am Präabdomen Anlagen von Beinpaaren (Fig. 486), von denen die des 4.—7. Segmentes an ihrer unteren Seite die Fächertracheen hervorwachsen lassen.

Die Scorpione leben in wärmeren Gegenden und kommen zur Dämmerungszeit aus ihren Verstecken hervor. Sie laufen mit über dem Rücken

emporgehobenem Postabdomen, ergreifen die zur Nahrung dienenden Thiere, besonders Spinnen und grössere Insecten, mit den kräftigen Scheerentastern und tödten sie durch das mit dem Stiche in die Wunde einfliessende Gift der terminalen Giftdrüse. Einzelne Arten erlangen eine sehr bedeutende Grösse und können selbst den Menschen durch ihren Stich tödtlich verletzen.

Fam. *Scorpionidae*. *Scorpio europaeus* Schr. Mit nur sechs Augen und von geringer Grösse. Italien über Tirol bis Krems. *Androctonus occitanus* Am., *Buthus afer* L.

2. Ordnung. **Pseudoscorpionidea**[1]), **Afterscorpione.**

Von geringer Grösse, Scorpioniden-ähnlich, ohne Schwanzstachel und Giftdrüse, mit Spinndrüsen, durch Tracheen athmend.

Nicht nur durch ihre viel geringere Grösse, sondern durch eine weit einfachere Organisation weichen die Afterscorpione von den Scorpionen ab und verhalten sich zu diesen gewissermassen wie die Milben zu den Spinnen. In ihrer Gestalt gleichen sie den Scorpionen, mit denen sie auch die Bildung der Kieferfühler und der Scheerentaster gemeinsam haben. Dagegen verengert sich der gegliederte Hinterleib nicht zur Bildung eines verjüngten Postabdomens und entbehrt des Schwanzstachels nebst Giftdrüse (Fig. 487). Alle besitzen Spinndrüsen, deren Ausführungsgänge in der Nähe der Geschlechtsöffnungen am zweiten Hinterleibsringe liegen. Sie besitzen nur zwei oder vier Ocellen und athmen durch Tracheen, welche in zwei Paaren von Stigmen an den beiden ersten Hinterleibsringen beginnen. Die Afterscorpione halten sich unter Baumrinde, Moos, zwischen den Blättern alter Folianten etc. auf, laufen schnell seitlich und rückwärts und ernähren sich von Milben und kleinen Insecten.

Fig. 487.



Chelifer Bravaisii (règne animal). *Kt* Kiefertaster.

Fam. *Chernetidae*. *Chelifer cancroides* L., Bücherscorpion, mit zwei Augen. *Obisium ischnosceles* Herm., mit vier Augen. *Chthonius trombidioides* Latr., *Chernes* Menge, augenlos.

3. Ordnung. **Solifugae**[2]), **Walzenspinnen.**

Spinnenartige Thiere mit gesondertem Kopf und Thorax, mit langgestrecktem, gegliedertem Hinterleib, scheerenförmigen Kieferfühlern und beinartigen Kiefertastern, durch Tracheen athmend.

Die Walzenspinnen nähern sich in der Gliederung ihres dichtbehaarten Leibes den Insecten, indem ihr Cephalothorax in zwei Abschnitte getrennt erscheint, von denen der vordere dem Kopfe, der hintere dreigliedrige dem

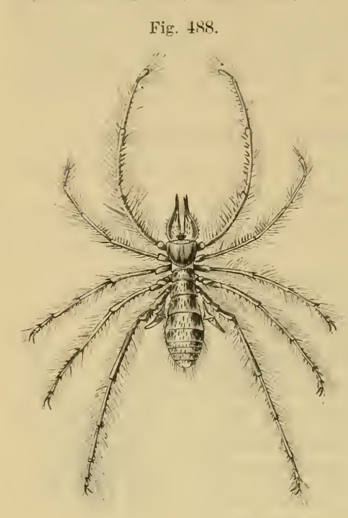
---

[1]) W. E. Leach, On the characters of Scorpionidea, with description of the British species of Chelifer and Obisium. Zool. Miscell. III. A. Menge, Ueber die Scheerenspinnen. Neueste Schriften der naturforsch. Gesellschaft zu Danzig. Tom. V, 1885. L. Koch, Uebersichtliche Darstellung der europäischen Chernetiden. Nürnberg 1873.

[2]) L. Dufour, Anatomie, physiologie et histoire naturelle des Galéodes. Comptes rendus de l'acad. des sciences. XLVI, 1858. Th. Hutton, Observations on the habits of a large species of Galeodes. Ann. and Mag. of nat. hist. XII, 1843.

Thorax der Insecten verglichen werden kann. Von demselben hebt sich der langgestreckte walzige Hinterleib, in dessen Bildung neun bis zehn Segmente eingehen, scharf ab (Fig. 488). Die Mundwerkzeuge sind mächtige Kieferfühler, welche mit einer grossen vertical gestellten Scheere enden, deren unterer Arm in senkrechter Richtung gegen den oberen bewegbar ist. Die Kiefertaster dienen bei der Bewegung als Beine, entbehren aber der Krallen, welche nur den drei hinteren, an ihrer Basis mit eigenthümlichen Hautblättchen besetzten Beinpaaren zukommen. Das vorderste, noch dem Kopfe zugehörige Beinpaar entbehrt der Krallen und kann deshalb, sowie wegen seines Ursprunges am Kopfe als ein zweites Paar von Kiefertastern gelten. Die Walzenspinnen besitzen zwei grosse vorstehende Punktaugen und athmen durch Tracheen, deren vier Spaltöffnungen zwischen dem ersten und zweiten krallentragenden Beinpaare und an der Unterfläche des Hinterleibes münden. Coxaldrüsen sind vorhanden und scheinen zeitlebens functionsfähig zu bleiben. Die Walzenspinnen leben in sandigen warmen Gegenden besonders der alten Welt als nächtliche Thiere und sind ihres Bisses halber gefürchtet.

Fig. 488.



Galeodes araneoides (règne animal).

Fam. *Solpugidae. Solpuga (Galeodes) araneoides* Pall., in den Steppen der Wolga und in Südrussland. Andere grössere Arten kommen in Afrika vor, auch sind einige Formen aus Amerika bekannt.

4. Ordnung. **Pedipalpi** [1], **Scorpionspinnen.**

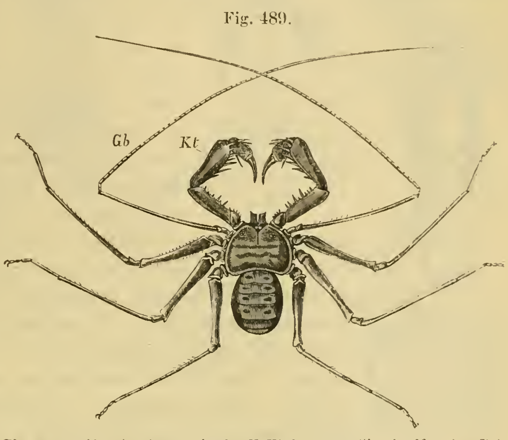
Von ansehnlicher Grösse, mit Klauenkiefern und geisselförmig verlängerten Vorderbeinen, mit scharf abgeschnürtem, vielgliedrigem Hinterleib.

Die Scorpionspinnen oder Geisselscorpione (Fig. 489) schliessen sich in ihrem Körperbaue theilweise den Spinnen, theilweise den Scorpionen an. Der stets durch eine Einschnürung vom Kopfbruststück abgesetzte Hinterleib zerfällt in eine ziemlich beträchtliche Zahl von Segmenten, ohne ein breites Präabdomen von einem dünnen, stielförmigen Postabdomen unterscheiden zu lassen. Indessen erscheinen bei der den Scorpionen am nächsten stehenden Gattung

[1]) H. Lucas, Essai sur une monographie du genre Thelyphonus. Magas. de Zool., 1835. J. v. d. Hoeven, Bijdragen tot de kennis van het geslacht Phrynus. Tijdschr. voor nat. Geschied. IX, 1842.

Thelyphonus die drei letzten Segmente des Abdomens zu einer kurzen Röhre verengert, deren Ende sich in einen langen, gegliederten Fadenanhang fortsetzt. Die Kieferfühler sind stets Klauenkiefer und bergen wahrscheinlich wie bei den Spinnen eine Giftdrüse, da der Biss dieser Thiere sehr gefürchtet ist. Die Kiefertaster dagegen sind bald Klauentaster von bedeutender Stärke und mit mehrfachen Stacheln bewaffnet *(Phrynus)*, bald wie bei den Scorpionen Scheerentaster *(Thelyphonus)*. Stets erscheint das vordere Beinpaar sehr dünn und lang und endet mit einem geisselförmig geringelten Abschnitt. Die Geisselscorpione besitzen acht Augen, von denen zwei grössere in der Mitte des Kopfbruststückes sich erheben, während die drei kleineren Paare jederseits dicht hinter dem Stirnrande angebracht sind. Sie athmen durch vier aus einer sehr grossen Zahl von lamellösen Röhren zusammengesetzte sog. Lungen, deren Spaltöffnungen jederseits am Hinterrande des zweiten und dritten Abdominalsegments liegen. In der Bildung des Darmcanals stehen sie den Scorpionen, in der des Nervensystems den Spinnen am nächsten. Die Gattung *Phrynus* ist lebendig gebärend. Alle bewohnen Tropengegenden der alten und neuen Welt.

Fig. 489.



Phrynus reniformis (règne animal). *Kt* Kiefertaster, *Gb* geisselförmiges Bein des ersten Paares.

Fam. *Phrynidae* mit den Charakteren der Ordnung *Phrynus* Oliv. Die grossen und breiten Kiefertaster sind mit mehrfachen Dornen bewaffnet und enden klauenförmig. Die Kauladen bleiben frei. Hinterleib flach, verhältnissmässig kurz, eilfringelig, ohne gegliederten Afterfaden. *Ph. reniformis* Latr., in Brasilien (Fig. 489). *Thelyphonus* Latr. Die Kiefertaster sind kürzer und enden scheerenförmig, ihre Kauladen in der Mittellinie verwachsen. Der langgestreckte zwölfringelige Hinterleib mit gegliedertem Afterfaden. *T. caudatus* Fabr., auf Java.

5. Ordnung. **Araneida** [1]), **Spinnen.**

Arachnoideen mit Giftdrüsen in den klauenförmigen Kieferfühlern, mit beinförmigen Kiefertastern und gestieltem, ungegliedertem Hinterleib, mit vier oder sechs Spinnwarzen und vier oder zwei Fächertracheen (sog. Lungen).

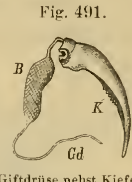
[1]) Ausser den Schriften von C. A. Walckenaer, Treviranus, C. J. Sundevall, Th. Thorell, Menge, Koch, Dugès, Lebert u. A. vergl.: E. Claparède, Recherches sur l'évolution des Araignées. Génève 1862. Derselbe, Études sur la circulation du sang chez

Die Körperform der echten Spinnen erhält ihren eigenthümlichen Charakter durch den angeschwollenen, ungegliederten Hinterleib, dessen Basis stielförmig eingeschnürt ist (Fig. 490). Die grossen Kieferfühler über dem Stirnrande bestehen aus einem kräftigen, an der Innenseite gefurchten Basalabschnitt und einem klauenförmig einschlagbaren Endgliede, an dessen Spitze der Ausführungsgang einer Giftdrüse mündet (Fig. 491). Im Momente des Bisses fliesst das Secret dieser Drüse in die durch die Klaue geschlagene Wunde ein und bewirkt bei kleineren Thieren den fast augenblicklichen Tod. Hinter denselben folgt die mit einer Speicheldrüse versehene Oberlippe, dann zu deren Seite die Unterkiefer, welche ebenfalls eine Drüse in sich bergen. Diese tragen einen mehrgliedrigen Taster, dessen Endabschnitt beim Männchen eigenthümlich umgebildet ist (Fig. 503) und als Copulationsorgan fungirt. Nach unten wird die Mundöffnung von einer unpaaren Platte, einer Unterlippe, begrenzt. Die vier meist langen Beinpaare, deren Form und Grösse übrigens nach der verschiedenen Lebensweise vielfach abändern, enden mit zwei kammartig gezähnten Krallen, zu denen oft noch eine kleine Vorkralle und mehrere sog. Afterkrallen, sowie verschieden gestaltete gezahnte Borsten, Spatelhaare etc. hinzukommen (Fig. 492). Der an seiner Basis stielförmig verengerte Hinterleib ist beim Weibchen stets grösser und aufgetriebener als beim Männchen; vorn an seiner Bauchfläche liegt die unpaare Geschlechtsöffnung, zu deren Seiten die beiden Spaltöffnungen der Fächertracheen. Oft findet sich hinter diesen Oeffnungen ein zweites Stigmenpaar, welches entweder ebenfalls in (hintere) Fächertracheen *(Mygalidae)* (Fig. 496) oder in ein System von Tracheen *(Argyroneta, Dysdera)* führt (Fig. 490). Der After liegt ventral am Ende des Abdomens, umgeben von vier bis sechs warzen-

Fig. 490.

Dysdera erythrina von der Bauchseite (règne animal). *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *K* Kieferlade, *P* Lungen oder Fächertracheen, *St* Stigmen derselben, *St'* hintere Stigmen, die in die Tracheen führen, *G* Genitalöffnung, *Sp* Spinnwarzen.

Fig. 491.

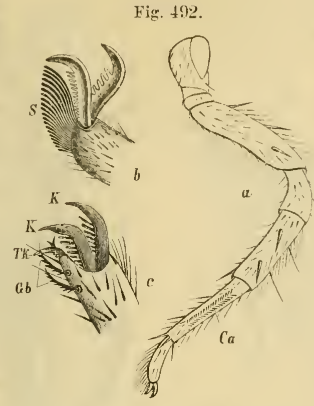


Giftdrüse nebst Kieferfühlerklaue vom *Mygale* (règne animal). *K* Klaue, *Gd* Giftdrüse, *B* Giftblase.

les Aranées du genre Lycose. Génève 1863. F. Plateau, Recherches sur la structure de l'appareil digestif et sur les phénomènes de la digestion chez les Arranées dipneumones. Bruxelles 1877. F. M. Balfour, Notes on the Development of the Araneina. Journ. of Microsc. science, Vol. XX. Ph. Bertkau, Ueber den Generationsapparat der Araneiden. Archiv für Naturg. Tom. XLI, 1875. Derselbe, Ueber das Cribrellum und Calamistrum. Archiv für Naturgesch., 1882. Derselbe, Ueber den Bau und die Function der sog. Leber bei den Spinnen. Archiv für mikroskop. Anatomie, Tom. XXIII, 1884. Derselbe, Ueber den Verdauungsapparat der Spinnen. Archiv für mikr. Anatomie, Tom. XXIV, 1885. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss der Sinnesorgane der Spinnen. Archiv für mikr. Anatomie, XXVII, Bd. 1886. Wlad. Schimkewitsch, Étude sur l'anatomie de l'Epeire. Ann. des scienc. nat. 6. Ser., Tom. XVII, 1884. Derselbe, Étude sur le développement des Araignées. Arch. de Biol. Tom. VI, 1887.

förmigen Erhebungen, den *Spinnwarzen,* an denen das Secret der Spinndrüsen ausgeschieden wird. Vor denselben liegt oft ein eigenthümliches, als Cribrellum bezeichnetes Feld mit sehr feinem Härchenbesatz und Drüsen (Fig. 493). Zu demselben steht das sog. *Calamistrum* der Beine in Beziehung. Die Spinndrüsen sind Schläuche von verschiedener Form, welche durch feine Poren an der Oberfläche der Spinnwarzen münden und einen klebrigen Stoff secerniren, der an der Luft zu einem Faden erhärtet und unter Beihilfe der Fusskrallen zu dem bekannten Gespinnste verwebt wird (Fig. 494).

Fig. 492.



a Bein des vierten Paares von *Amaurobius ferox.* *Ca* Calamistrum. — *b* Fussende von *Philaeus chrysops* mit zwei Klauen und aus Spatelhaaren bestehendem Pinsel *(S).* — *c* Fussende von *Epeira diadema. K* Webeklauen, *Tk* Trittklaue, *Gb* gezahnte Borsten. (Nach O. Herman.)

Fig. 493.

Cr
Spw

Spinnorgan von *Amaurobius ferox,* nach O. Herman. *Cr* Cribrellum, *Spw* Spinnwarzen.

Fig. 494.

P
Vd
Spd
Spd
R

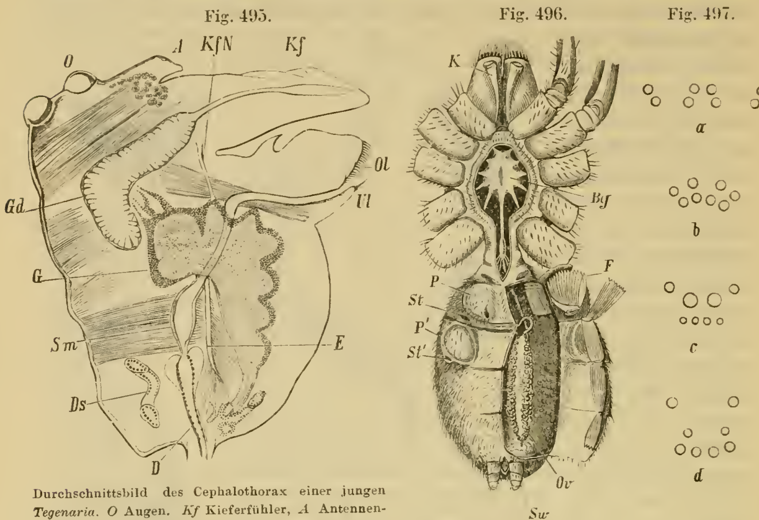
Lungen *(P)*, Spinndrüsen *(Spd)* und Geschlechtsorgane *(Vd)* eines männlichen *Pholcus phalangista* (règne animal). *R* Enddarm mit den einmündenden Malpighi'schen Gefässen.

An dem *Nervensystem* (Fig. 496) unterscheidet man ausser dem die Augennerven abgebenden Gehirne eine gemeinsame, gewöhnlich sternförmige Brustganglienmasse, welche Nerven zu den Kiefertastern und Beinen, sowie in das Abdomen entsendet. Auch die Nerven der Kieferfühler entspringen unterhalb des Gehirnes vorn an der Brustganglienmasse aus dem ersten Ganglion derselben, auf welches noch weitere fünf Ganglien für die Gliedmassen folgen (Fig. 495). Auch wurden Eingeweidenerven am Nahrungscanal nachgewiesen. In der Regel finden sich hinter dem Stirnrande acht, seltener sechs Punktaugen, die in zwei Bogenreihen oder mehr im Quadrat auf der oberen Fläche des Kopfabschnittes in höchst gesetzmässiger und für die einzelnen Gattungen charakteristischer Weise vertheilt sind (Fig. 497 und 498).

Der Verdauungscanal (Fig. 496 und 499) beginnt zwischen Unterlippe und Oberlippe mit einem langen aufsteigenden Vorraum oder Atrium. Auf diesen folgt der als Pharynx zu unterscheidende, durch Dilatatoren erweiterungsfähige Vorderabschnitt der Speiseröhre. Diese erweitert sich hinter dem Gehirne vor dem Uebergang in den Mitteldarm zu einem Saugmagen, an welchem sich dorsale, vom Rücken des Cephalothorax absteigende und ventrale, an

das Endosternit tretende Muskeln anheften. Der Mitteldarm zerfällt in einen vorderen, im Kopfbruststück gelegenen Abschnitt mit einem vorderen und

Fig. 495. Fig. 496. Fig. 497.

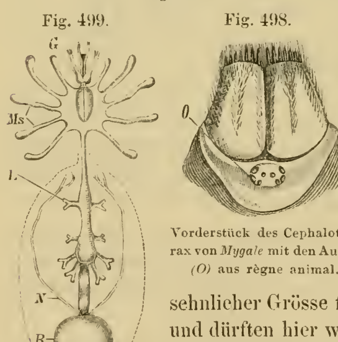


Durchschnittsbild des Cephalothorax einer jungen *Tegenaria*. *O* Augen, *Kf* Kieferfühler, *A* Antennenrudiment (?), *Ol* Oberlippe, *Ul* Unterlippe, *Gd* Giftdrüse, *G* Gehirn mit dem durch Muskeln erweiterungsfähigen Pharynx, *Sm* Saugmagen, *D* Darm, *Ds* Darmschläuche, *E* Endoskelet mit den sechs Ganglien, von denen die vorderen die Chelicerennerven *(Kf N)* abgeben.

Mygale von der Bauchseite, ein Theil der Haut zur Seite gelegt (règne animal). *K* Kieferfühler, *Bg* Brustganglienmasse, *P*, *P'* Fächertracheen, sog. Lungen, *F* Blättchen derselben, *St*, *St'* Stigmen, *Ov* Ovarium, *Sw* Spinnwarzen.

Augenstellung verschiedener Spinnen, nach Lebert. *a Epeira*, *b Tegenaria*, *c Dolomedes*, *d Salticus*.

Fig. 499. Fig. 498.



Darmcanal von *Mygale* (règne animal). *G* Gehirn, *Ms* Magenschläuche, *L* Lebergänge, *N* Malpighische Gefässe, *R* Rectum.

Vorderstück des Cephalothorax von *Mygale* mit den Augen *(O)* aus règne animal.

vier Paaren seitlicher Blindschläuche und in einen engeren abdominalen Dünndarm, in welchen die Ausführungsgänge der verästelten Leberschläuche ihr Secret ergiessen. Der kurze Enddarm nimmt zwei verästelte *Harncanäle* auf und erweitert sich vor der Afteröffnung blasenartig zum Mastdarm. Coxaldrüsen von ansehnlicher Grösse finden sich bei den Mygaliden (Fig. 500) und dürften hier wohl zeitlebens functioniren, auch hat man an Jugendformen die Ausmündung derselben hinter dem dritten und eine zweite am ersten Beinpaare nachgewiesen (Fig. 483).

Nicht minder ausgebildet erscheint das *Gefässsystem* (Fig. 501). Aus dem im Abdomen gelegenen Rückengefäss fliesst das Blut durch eine vordere Aorta in das Kopfbruststück und von hier

nach den Beinen, Kiefern, dem Gehirn und Augen. Das aus diesen Organen zurückfliessende Blut strömt in das Abdomen, umspült die aus zahlreichen abgeplatteten Röhren zusammengesetzten Fächertracheen (sog. Lungen) und fliesst durch drei Paare seitlicher Spaltöffnungen in das Rückengefäss zurück.

Fig. 500.

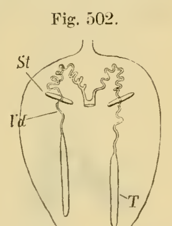
Kopfbruststück einer *Mygale* nach Wegnahme der Rückendecke. *E* Endosternit, *Cd* Coxaldrüse, *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *1 Bp*, *4 Bp* 1. und 4. Beinpaar.

Fig. 501.

Herz und Gefässstämme von *Lycosa* in seitlicher und dorsaler Ansicht, nach E. Claparède. *P* Lunge. *C* Herz, *Ao* Aorta, *O* Augen.

Die *Ovarien* (Fig. 496) sind zwei traubige, von der Leber umhüllte Drüsen, deren kurze Eileiter sich zu einer gemeinsamen, meist mit zwei länglichen Samenbehältern verbundenen Scheide vereinigen und auf der Bauchfläche an der Basis des Hinterleibes zwischen den vorderen Stigmen ausmünden. Die *Hoden* sind schlauchförmig und ihre Ausführungsgänge lange, gewundene Canäle mit gemeinsamem Endgang, dessen Oeffnung ebenfalls an der Basis des Abdomens liegt (Fig. 502).

Fig. 502.



Männliche Geschlechtsorgane einer *Tegenaria (Philoica) domestica* mit den Umrissen des Hinterleibes, nach Bertkau. *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *St* Stigma.

Die Männchen unterscheiden sich durch den geringeren Umfang ihres Hinterleibes von den durchweg oviparen Weibchen, welche ihre abgelegten Eier häufig in besonderen Gespinnsten mit sich herumtragen (*Theridium*, *Dolomedes*). Ferner ist der Maxillartaster des Männchens als Copulationsorgan umgestaltet, indem das verdickte und ausgehöhlte Endglied löffelförmig und mit einem blasenförmigen Copulationsanhang nebst spiralig gebogenem Faden, beziehungsweise verschieden gestaltetem, complicirtem Zangenapparat besetzt erscheint (Fig. 503). Vor der Begattung füllt das Männchen den Anhang mit Sperma und führt den Endfaden im Momente des Coitus an die weibliche Geschlechtsöffnung (Fig. 504). Zuweilen leben beide Geschlechter friedlich nebeneinander auf benachbarten Gespinnsten oder selbst eine Zeit lang auf demselben Gewebe; in anderen Fällen stellt das stärkere Weibchen dem Männchen wie jedem anderen schwächeren Thiere nach und schont das

selbe nicht einmal während oder nach der Begattung, zu der sich das Männchen nur mit grösster Vorsicht naht.

Die Spinnen sind durchweg eierlegend. Die Furchung des Eies ist eine centrale mit nachfolgender superficialer Lage der Furchungszellen (Fig. 146). Die Embryonen besitzen ausser den Brustbeinen auch Anlagen zu Abdominalfüssen, die später rückgebildet werden (Fig. 505). Die aus den Eiern ausgeschlüpften Jungen haben bereits die Gestalt und alle Gliedmassenpaare der Eltern. Indessen sind dieselben vor ihrer ersten Häutung noch nicht im Stande, Fäden zu spinnen und auf Raub auszugehen. Erst nach der Häutung werden sie zu diesem Geschäfte tauglich, verlassen das Gespinnst der Eihüllen und beginnen Fäden zu ziehen und zu schiessen, sowie auf kleine Insecten Jagd zu machen. Die im Herbste massenhaft auftretenden, unter den Namen „fliegender Sommer“, „alter Weibersommer“ bekannten Gespinnste sind das Werk junger Spinnen, welche sich mittelst derselben in die Luft erheben und an geschützte Orte zur Ueberwinterung getragen werden.

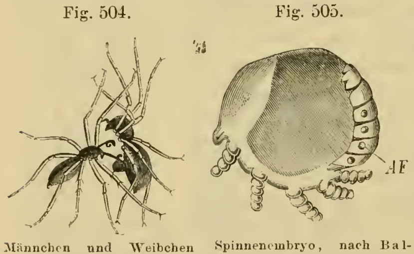
Fig. 503.



Endtheil des Kiefertasters von *Segestria* (♂) mit dem Spermatophorenbehälter nach Bertkau.

Die Lebensweise der Spinnen bietet so viel Auffallendes, dass sie schon seit früher Zeit das Interesse der Beobachter in hohem Grade fesseln musste. Die Spinnen nähren sich vom Raube und saugen die Säfte anderer Insecten ein, indessen ist die Art und Weise, wie sie sich in Besitz der Beute setzen, höchst verschieden und oft auf hoch entwickelte Kunsttriebe gestützt. Die sog. vagabundirenden Spinnen bauen überhaupt keine Fangnetze und verwenden das Secret der Spinndrüsen nur zur Ueberkleidung ihrer Schlupfwinkel und zur Verfertigung von Eiersäckchen; sie überfallen die Beute im Laufe (Fig. 506 *a*) oder selbst im Sprunge (Fig. 506 *b*). Andere Spinnen (Fig. 506 *c*, 406 *d*) besitzen zwar auch die Fähigkeit der raschen und freien Ortsbewegung, erleichtern sich aber den Beuteerwerb durch die Verfertigung von Gespinnsten und Netzen, auf denen sie selbst mit grossem Geschicke hin- und herlaufen, während sich fremde Thiere, namentlich Insecten, sehr leicht in denselben verstricken. Die Gewebe selbst sind äusserst mannigfach und mit grösserer oder geringerer Kunstfertigkeit angelegt, entweder zart und dünn aus unregelmässig gezogenen Fäden gebildet, oder von filziger Beschaffenheit und horizontal ausgebreitet, oder sie stellen verticale radförmige

Fig. 504. Fig. 505.



Männchen und Weibchen einer *Linyphia* während der Paarung, nach O. Herman.

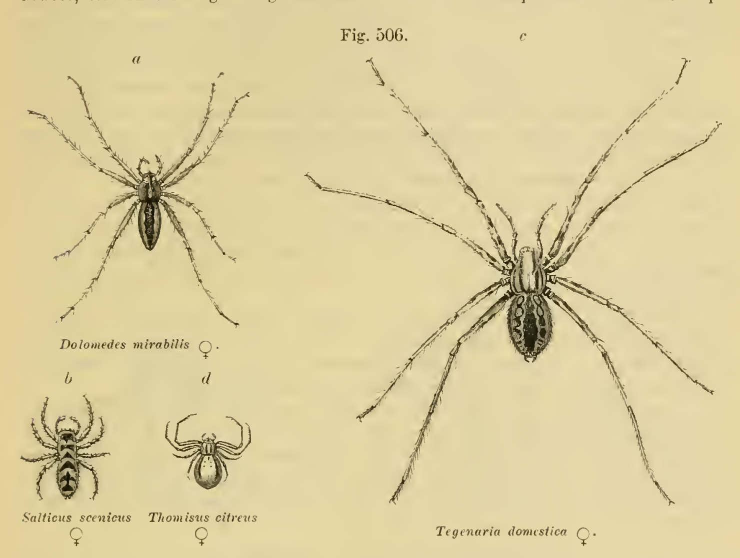
Spinnenembryo, nach Balfour. *AF* Anlagen von Abdominalfüssen.

Netze dar, die in bewunderungswürdiger Regelmässigkeit aus concentrischen und radiären, im Mittelpunkte zusammenlaufenden Fäden verwoben sind. Sehr häufig finden sich in der Nähe der Gewebe und Netze röhrenartige oder trichterförmige Verstecke zum Aufenthalte der Spinne angelegt. Die meisten Spinnen ruhen am Tage und gehen zur Dämmerung oder zur Nachtzeit auf Beute aus. Indessen gibt es auch zahlreiche vagabundirende Spinnen, welche am hellen Tage, selbst bei Sonnenschein jagen.

I. *Tetrapneumones.* Mit vier Lungen und meist mit vier Spinnwarzen.

Fam. *Mygalidae,* Vogelspinnen. Grosse dichtbehaarte Spinnen mit vier Lungen und ebensoviel Spinnwarzen, von denen zwei sehr klein sind (Fig. 496). Bauen keine wahren Gewebe, sondern verfertigen lange Röhren im Erdboden oder tapezieren sich ihre Schlupf-

Fig. 506.



a *Dolomedes mirabilis* ♀. *b* *Salticus scenicus* ♀. *c* *Tegenaria domestica* ♀. *d* *Thomisus citreus* ♀.

winkel in Baumritzen und Erdlöchern mit einem dichten Gespinnste aus und lauern theils an dem Eingange derselben auf Beute, theils suchen sie diese im Freien springend zu erhaschen. Stets werden die Klauenglieder der Mandibeln nach unten geschlagen. *Mygale avicularia* L., die grosse Vogelspinne von Südamerika, lebt in einem röhrenförmigen Gespinnst zwischen Steinen und in Löchern der Baumrinde. *Cteniza caementaria* Latr., die Tapezierspinne im südlichen Europa, lebt in röhrenartigen Erdlöchern, deren Eingang mit einem Deckel wie mit einer Art Fallthür geschlossen wird. *Atypus Sulzeri* Latr., im mittleren Deutschland, mit sechs Spinnwarzen.

II. *Dipneumones.* Mit zwei Lungen und sechs Spinnwarzen.

Fam. *Saltigradae,* Springspinnen. Mit grossem gewölbten Kopfbruststück und acht ungleich grossen, fast im Quadrat gruppirten Augen (Fig. 497 *d*). Die vorderen Beine mit dicken Schenkelgliedern dienen wie die nachfolgenden zum Sprung, mit dem sie frei umherirrend ihre Beute erhaschen. Bauen keine Netze, wohl aber feine, sackförmige Gespinnste, in denen sie sich Nachts aufhalten und später ihre Eiersäckchen bewachen. *Salticus cupreus*

Koch, *S. scenicus* L. (Fig. 506 *b*), *S. formicarius* Koch., *Myrmecia* Latr., in Brasilien, von Ameisenform.

Fam. *Citigradae = Lycosidae*, Wolfsspinnen. Mit länglich ovalem, nach vorne verschmälertem, aber stark gewölbtem Kopfbruststück und acht, meist in drei Querreihen angeordneten Augen (Fig. 497 *c*). Sie laufen mit ihren langen, starken Beinen frei umher, erjagen ihre Beute und sind tagsüber meist unter Steinen in austapezierten Schlupfwinkeln verborgen. Die Weibchen sitzen häufig auf ihrem Eiersacke oder tragen denselben mit sich am Hinterleib herum und beschützen meist die Jungen noch eine Zeit lang nach dem Ausschlüpfen. *Dolomedes mirabilis* Walck. (Fig. 506 *a*), *Lycosa saccata* L., Uferspinne, *L. tarantula* L., Tarantelspinne in Spanien und Italien, lebt in Höhlen unter der Erde und soll durch ihren Biss nach dem irrthümlichen Volksglauben die Tanzwuth erzeugen.

Fam. *Laterigradae = Thomisidae*, Krabbenspinnen. Mit rundlichem Kopfbruststück und flachgedrücktem Hinterleib. Die beiden vorderen Beinpaare sind länger als die nachfolgenden. Spinnen nur vereinzelte Fäden und jagen unter Blättern nach Insecten, seitlich und rückwärts laufend. *Micrommata smaragdina* Fabr., *Thomisus citreus* Groffr. (Fig. 506 *d*).

Fam. *Tubitelae*, Röhrenspinnen. Mit sechs oder acht in zwei Querreihen meist bogenförmig gestellten Augen (Fig. 497 *b*). Von den Beinen sind die beiden mittleren Paare die kürzesten, die hintersten oft die längsten. Bauen zum Fangen ihrer Beute horizontale Gewebe mit Röhren, in denen sie auf Beute lauern. *Dysdera erythrina* Walck., *Segestria* Latr., *Tegenaria domestica* L., die Winkelspinne (Fig. 506 *c*). Andere, wie *Agelena labyrinthica* L., bauen trichterförmige Gewebe oder, wie *Clubiona holosericea* L., sackartige Behälter. *Argyroneta aquatica* L., die Wasserspinne, mit längerem vorderen Beinpaar und silberglänzendem Leib, welchem beim Schwimmen im Wasser eine Menge von Luftbläschen, zwischen den Haaren anhängen, spinnt ein glockenförmiges wasserdichtes Gewebe, welches einer Taucherglocke vergleichbar mit Luft gefüllt ist und an Wasserpflanzen angeheftet wird. *Amaurobius* C. K.

Fam. *Inaequitelae*, Webspinnen. Mit acht ungleich grossen, ebenfalls in zwei Querreihen gestellten Augen und langen Vorderbeinen. Sie bauen unregelmässige Gewebe mit in allen Richtungen sich kreuzenden Fäden und halten sich auf dem Gewebe selbst auf. *Theridium sisyphium* Clerck., *Pholcus phalangioides* Walck., *Linyphia* Latr.

Fam. *Orbitelae*, Radspinnen. Kopf und Brust durch eine Furche abgegrenzt, der Hinterleib kugelig aufgetrieben. Die acht Augen stehen in zwei Reihen ziemlich zerstreut (Fig. 497 *a*). Die vorderen Paare länger als die nachfolgenden, die des dritten Paares am kürzesten. Bauen senkrecht schwebende, radförmige Gewebe mit concentrischen und radiären Fäden und lauern im Mittelpunkte oder in einem entfernten umsponnenen Schlupfwinkel auf Beute. *Epeira diadema* L., Kreuzspinne. *Meta* C. K.

6. Ordnung. **Opilionea**[1]**, Afterspinnen.**

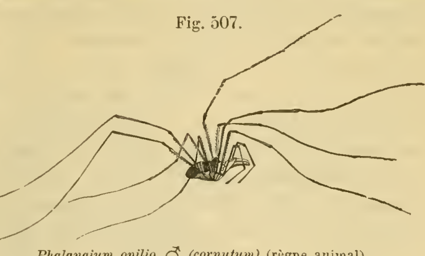
Mit vier langen dünnen Beinpaaren, scheerenförmigen Kieferfühlern und gegliedertem, in seiner ganzen Breite dem Kopfbruststück angefügtem Hinterleibe, ohne Spinndrüsen, durch Tracheen athmend.

Die Afterspinnen (Fig. 507) unterscheiden sich von den Spinnen durch ihre scheerenförmigen, nach unten eingeschlagenen Kieferfühler, durch die

[1]) A. Menge, Ueber die Lebensweise der Afterspinnen. Danzig 1850. A. Tulk, Upon the anatomy of Phalangium opilio. Ann. of nat. hist. XII, 1843. A. Stecker, Anatomisches und Histologisches über Gibocellum. Archiv für Naturg., 1876. A. Krohn, Zur näheren Kenntniss der männlichen Zeugungsorgane von Phalangium. Archiv für Naturg. 1865. J. C. C. Loman, Altes und Neues über das Nephridium (die Coxaldrüse) der Arachniden. Bijdragen tot te Dierkunde. 14. Aflev. Amsterdam 1887. F. Purcell, Ueber den Bau des Phalangidenauges. Zeitschr. für wiss. Zool. LVIII.

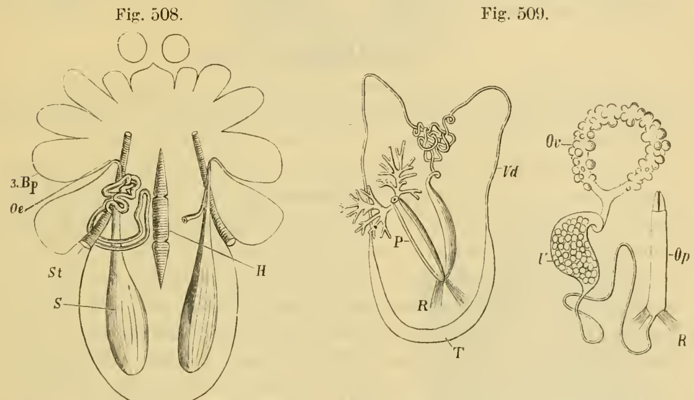
Gestalt des Hinterleibes, die Tracheenathmung und den Mangel der Spinndrüsen. Die Kiefertaster sind entweder fadenförmig oder auch beinartig und mit Klauen bewaffnet. Der Hinterleib besteht aus sechs, seltener acht bis neun Segmenten und schliesst sich dem Cephalothorax in seiner ganzen Breite an. Das Nervensystem gliedert sich in Gehirn und Brustknoten. Von Sinnesorganen finden sich zwei oder vier Punktaugen. Die Athmungsorgane münden mittelst eines einzigen Stigmenpaares *(St)* meist unter den Hüften des letzten Beinpaares und sind überall im Körper verzweigte Tracheen. Das Herz ist ein langes, mit zwei Spaltenpaaren versehenes Rückengefäss. Der Magen bildet jederseits

Fig. 507.



Phalangium opilio ♂ *(cornutum)* (règne animal).

Fig. 508. Fig. 509.



Die Coxaldrüsen von *Opilio* nach Loman. *Oe* Spaltöffnung ihres Ausführungsganges, *S* Nebensack, *St* Stigma. *H* Herz, *3 Bp* 3. Beinpaar.

Männliche und weibliche Geschlechtsorgane von *Phalangium opilio,* nach Krohn. *T* Hoden, *Vd* Vasa deferentia, *P* Penis mit Anhangsdrüsen, *R* Retractoren, *Ov* Ovarium, *U* Uterus, *Op* Ovipositor.

zahlreiche Blindsäcke, von denen die hinteren bis zum After reichen. Eine mächtige Coxaldrüse mit Nebensack mündet am Hüftgliede des dritten Beinpaares (Fig. 508). Sowohl die männliche als die weibliche Geschlechtsöffnung liegt zwischen dem hinteren Beinpaare, im ersteren Falle kann aus ihr ein rohrartiges Begattungsorgan, im letzteren eine langgestreckte Legeröhre (Ovipositor) hervorgestreckt werden (Fig. 509). Bei der Begattung dringt das rohrförmige Begattungsorgan des Männchens in die Legeröhre des Weibchens und das Sperma gelangt von dieser in das Receptaculum seminis. Die Eier werden mittelst der Legeröhre in feuchte Erde abgelegt

und überdauern hier die Zeit des Winters bis zum Frühjahr, in welchem die Jungen ausschlüpfen. Das Ovarium ist ringförmig und besitzt einen engen, in seinem Verlaufe zu einer bauchigen Auftreibung, dem Uterus, erweiterten Oviduct. Der Hoden ist gleichfalls unpaar. Seine zwei Vasa deferentia vereinigen sich zu einem gemeinsamen Endgang. Dazu kommt in beiden Geschlechtern ein Drüsenpaar nicht weit von der Genitalöffnung. Merkwürdig ist die Erzeugung von Eiern neben dem Sperma im Hoden, wie sie Treviranus und Krohn bei fast allen Männchen beobachteten. Die Afterspinnen halten sich am Tage meist in Verstecken auf und gehen zur Nachtzeit auf Nahrung aus, die aus pflanzlichen Stoffen und todten Insecten besteht. Besonders zahlreiche Arten und höchst bizarre Formen leben in Südamerika. Malpighische Gefässe fehlen bei den Phalangiiden am Darme, dagegen fungiren zwei mächtige Coxaldrüsen (mit Blasenanhang) als Nieren (Fig. 508).

Fam. *Phalangiidae. Phalangium opilio* L., Weberknecht (Fig. 509). *Gonyleptus horridus* Kirb.

Fam. *Cyphophthalmidae. Cyphophthalmus duricorius* Jos., Grottenbewohner. *Gibocellum* Steck. (mit Spinndrüsen).

7. Ordnung. **Acarina**[1]), **Milben.**

Arachnoideen von gedrungener Körperform, mit ungegliedertem, mit dem Vorderleibe verschmolzenem Abdomen, mit beissenden oder saugenden und stechenden Mundwerkzeugen, meist durch Tracheen athmend.

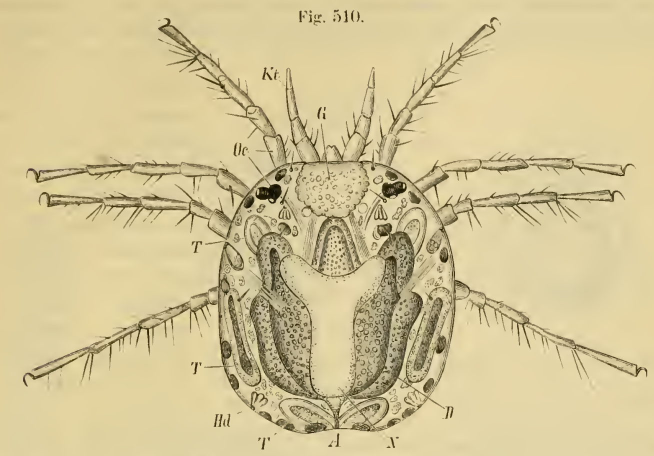
Der Körper der durchgängig kleinen Acarinen besitzt eine gedrungene ungegliederte Gestalt. Kopf, Brust und Hinterleib sind zu einer gemeinsamen Masse verschmolzen (Fig. 510). Acusserst wechselnd zeigt sich die Form der Mundwerkzeuge, die entweder zum Beissen oder zum Stechen und Saugen dienen können. Die Kieferfühler sind demgemäss bald vorstehende Klauen- oder Scheerenkiefer, bald einziehbare Stilete. Im letzteren Falle bilden die Unterkiefer in der Umgebung des stiletförmigen Oberkiefers eine als Saugrüssel dienende Scheide, während die Kiefertaster seitlich hervorragen und klauenförmig oder mittelst einer Scheide enden. Die vier Beinpaare gestalten sich nicht minder verschieden, indem sie zum Kriechen, Anklammern, Laufen und Schwimmen dienen können. Sie endigen meist mit zwei Klauen, zuweilen bei parasitischer Lebensweise mit gestielten Haftscheiben.

---

[1]) O. Fr. Müller, Hydrachnae etc., 1781. A. Dugès, Recherches sur l'ordre des Acariens en général et les familles des Trombidies, Hydrachnes en part. Ann. des sc. nat., IIe sér., Tom. I und II. H. Nicolet. Histoire naturelle des Acariens etc. Oribatides. Archives du musée d'hist. nat., Tom. VII. O. Fürstenberg, Die Krätzmilben des Menschen und der Thiere. Leipzig 1861. Al. Pagenstecher, Beiträge zur Anatomie der Milben, I. und II. Leipzig 1860 und 1861. E. Claparède, Studien an Acariden. Zeitschr. f. wiss. Zool., Tom. XVIII, 1868. P. Mégnin, Les parasites et les maladies parasitaires. 1880. W. Winkler, Das Herz der Acarinen etc. Arbeiten des zool. Inst. Tom. VII, 1886. Derselbe. Anatomie der Gamasiden. Ebendas., Tom. VII, 1888. Vergl. ausserdem die Arbeiten von Leydig, Pagenstecher, Canestrini, Kramer etc.

Das Nervensystem ist auf eine gemeinsame, Gehirn und Bauchmark vereinigende Ganglienmasse reducirt. Augen können fehlen oder als ein oder zwei Paare von Punktaugen auftreten. Der Darmcanal ist mit Speicheldrüsen

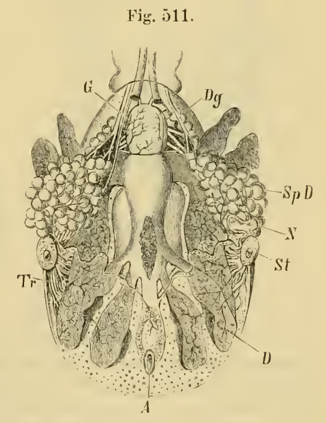
Fig. 510.



Reifes Männchen von *Atax Bonzi*, vom Rücken aus gesehen, nach E. Claparède. *Kt* Kiefertaster, *G* Gehirn, *Oc* Auge, *T* Hoden, *N* Y-förmige Drüse, *D* Darm, *A* After, *Hd* Hautdrüsen.

versehen und bildet jederseits eine Anzahl blindsackartiger Fortsätze, die sich selbst wieder gabelig spalten (Fig. 511). Nur in wenigen Fällen *(Gamasus, Ixodes)* findet sich im Abdomen ein kurzes sackförmiges Herz mit zwei Seitenspalten, nebst Aorta (Fig. 81). Bei zahlreichen höheren Milben treten besondere Respirationsorgane auf, und zwar als Tracheen, welche büschelweise aus einem in der Regel vor oder hinter dem letzten Beinpaare gelegenen Stigmenpaare entspringen. Der männliche Geschlechtsapparat besteht aus einem oder mehreren Hodenpaaren, deren Ausführungsgänge durch einen oft mit einer Anhangsdrüse versehenen gemeinsamen Endgang nach aussen münden (Fig. 512*a*). Die Ovarien sind paarig und ebenso deren Ausführungsgänge, welche sich zur Bildung eines gemeinsamen Eileiters mit Anhangsdrüse, beziehungsweise Samentasche vereinigen (Fig. 512*b*). Die

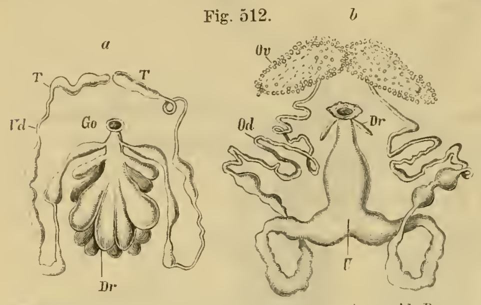
Fig. 511.



Anatomie von *Ixodes ricinus*, nach Al. Pagenstecher. *G* Gehirn, *SpD* Speicheldrüsen, *Dg* Ausführungsgang derselben, *D* Blindschläuche des Darmes, *A* After, *N* Harnorgane, *Tr* Tracheenbüschel, *St* Stigma.

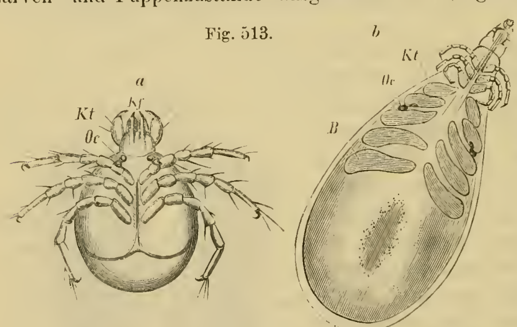
einfache Geschlechtsöffnung liegt in der Regel weit von der Afteröffnung entfernt und rückt selbst nach vorne zwischen die hinteren Beinpaare hinauf. Auch kann (wie bei den Krätzmilben) eine besondere Begattungsöffnung vorhanden sein, durch welche das Sperma in das Receptaculum gelangt. Die Männchen unterscheiden sich häufig nicht nur durch kräftigere und zum Theil abweichend gebildete Gliedmassen, sondern auch durch den Besitz von hinteren Haftgruben, zuweilen durch die Art der Ernährung und Lebensweise. Die Acarinen legen Eier, mit Ausnahme der lebendig gebärenden *Oribatiden*. Die Jungen verlassen meist mit nur drei Beinpaaren das Ei und durchlaufen eine Metamorphose, die bei den *Hydrachniden* durch mehrfache Larven- und Puppenzustände ausgezeichnet ist (Fig. 513*a*, *b*). Sehr viele Milben leben parasitisch an Thieren und Pflanzen, andere ernähren sich selbstständig vom Raube theils im Wasser, theils auf dem Lande.

Fig. 512.



a Männliche, *b* weibliche Geschlechtsorgane von *Argas*, Al. Pagenstecher. *T* Hoden, *Vd* Samenleiter, *Dr* Prostata, *Go* Geschlechtsöffnung, *Ov* Ovarien, *Od* Oviducte, *U* Uterus, *Dr* Anhangsdrüsen.

Fig. 513.

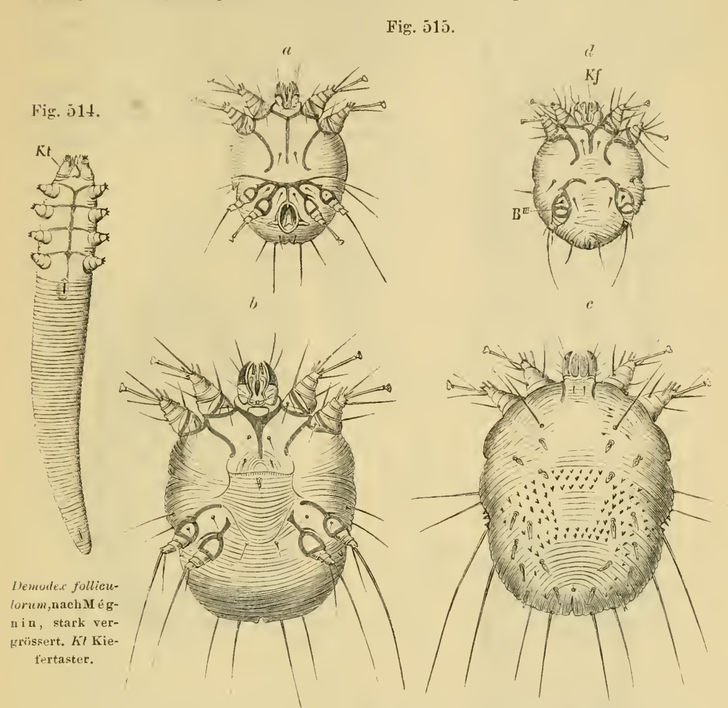


a Larve einer *Hydrachna*, *b* Puppe derselben. *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *Oc* Augen, *B* Beine.

Fam. *Dermatophili*, Haarbalgmilben. Langgestreckte kleine Milben mit wurmförmig verlängertem, quergeringeltem Abdomen, mit Saugrüssel, stiletförmigen Kiefern und vier Paaren von kurzen, zweigliedrigen Stummelfüssen. Die einzige bekannte Gattung *Demodex (Simonea)* lebt in den Haarbälgen von Hausthieren (Hund, Katze, Schaf, Rind, Pferd), als *D. folliculorum* Sim. in den Haarbälgen des Menschen, wo sie die Ursache der Comedonen werden kann (Fig. 514).

Fam. *Sarcoptidae*, Krätzmilben. Körper mikroskopisch klein, gedrungen, weichhäutig, mit Chitinstäben zur Stütze der Gliedmassen. Augen fehlen. Die Mundtheile bestehen aus einem Saugkegel mit scheerenförmigen Kieferfühlern und kurzen, seitlich anliegenden Kiefertastern. Die Beine kurz und stummelförmig, theilweise oder sämmtlich mit gestielten Haftscheiben. Die Männchen oft mit Haftgruben und Fortsätzen am Hinterleibsende. Die Weibchen mit besonderer Begattungsöffnung und Samentasche. Leben auf oder in der Haut von

Wirbelthieren und erzeugen die Krätze und Räude. *Sarcoptes scabiei* Dug., Krätzmilbe. Auf der Rückenfläche mit zahlreichen spitzen Höckern, Dornen und Haaren. Beine fünfgliedrig, die beiden vorderen enden mit gestielter Haftscheibe, das letzte Beinpaar des Männchens läuft nicht wie das des Weibchens in eine Borste, sondern in eine gestielte Haftscheibe aus (Fig. 515 *a*). Nur die Weibchen bohren in der Epidermis tiefe Gänge, an deren Ende sie sich aufhalten, und erzeugen durch ihre Stiche den unter dem Namen Krätze bekannten Hautausschlag. Die ausgeschlüpften Jungen besitzen nur drei Beinpaare und haben mehrere



Demodex folliculorum, nach Mégnin, stark vergrössert. *Kt* Kiefertaster.

Sarcoptes scabiei, nach Gudden, *a* Männchen von der Bauchseite. *b* Weibchen von der Bauchseite. *c* Dasselbe in der Rückenansicht. *d* Larve. *Kf* Kieferfühler, B^{III} drittes Beinpaar.

Häutungen zu bestehen. Auf den Hausthieren leben verschiedene Arten von Krätzmilben, die auch auf den Menschen für kurze Zeit übertragen werden können. *Dermatocoptes communis* Fürst., *Symbiotes equi* Gerl. (Fig. 516). Schaf, Pferd, Rind. *Dermatophagus* communis, Zürn., erzeugt Fussräude des Pferdes. *Analges* passerinus Nitsch.

Fam. *Tyroglyphidae* [1]), Käsemilben. Von mehr gestreckter Form mit konischem Rüssel, scheerenförmigen Kieferfühlern und dreigliedrigen Tastern. Die ziemlich langen fünfgliedrigen Beine mit Haftlappen und Klaue. Häufig grosse Sauggruben seitlich vom After, besonders beim Männchen. Leben auf vegetabilischen und thierischen Stoffen. *Tyroglyphus siro* Gerv.,

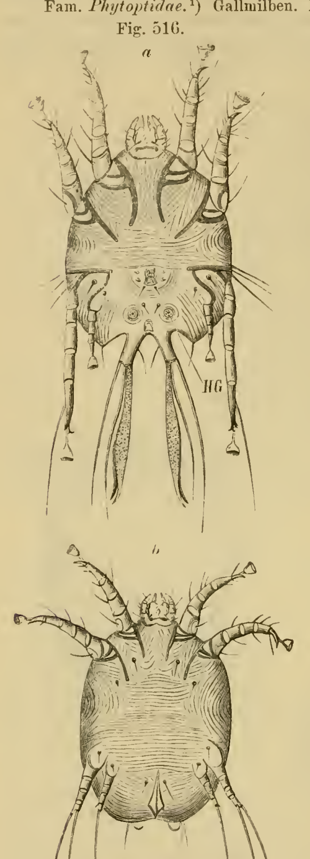
[1]) Nalepa, Die Anatomie der Tyroglyphiden. Sitzungsb. der Akad. der Wiss. Wien 1885, 1886.

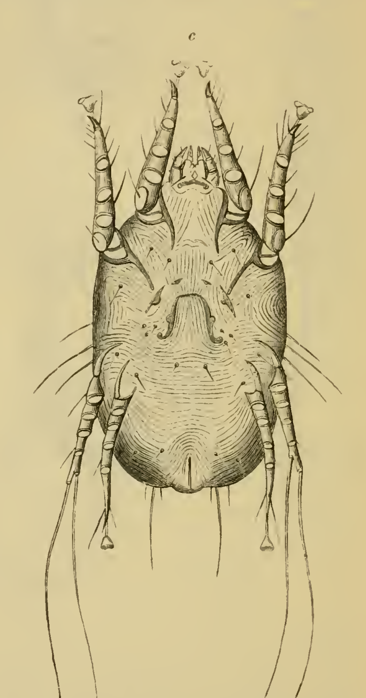
Rhizoglyphus Robini Clap., an Wurzeln. *Glyciphagus fecularum* Guér., an Kartoffeln. *Hypopus* Dug., enthält nach Mégnin und Robin Larvenformen, welche sich mittelst ihrer Saugnäpfe an Insecten befestigen.

Fam. *Phytoptidae.*[1]) Gallmilben. Mit kurzem Cephalothorax, stiletförmigen Kieferfühlern und langem, fein geringeltem Abdomen. Nur die beiden vorderen Beinpaare sind entwickelt, die beiden hinteren scheinen gar nicht zur Anlage zu kommen. Erzeugen gallenartige Deformitäten an den Blättern zahlreicher Pflanzen. *Phytoptus vitis* (Fig. 517). *Ph. pini* Nal.

Fam. *Ixodidae,* Zecken. Grössere, meist blutsaugende Milben mit festem Rückenschild und grossen vorstossbaren, gezähnten Kieferfühlern.

Fig. 516.





Symbiotes equi = *Chorioptes spathiferus*, von der Bauchseite, nach Mégnin. *a* Männchen. *HG* Haftgrube. — *b* Junges Weibchen im Begattungsstadium. — *c* Eierlegendes Weibchen.

Die Kiefertaster drei- bis viergliedrig, kolbig angeschwollen: ihre Laden zu einem Widerhaken tragenden Rüssel aneinandergelegt (Fig. 518). Die schlanken Beine enden mit zwei Klauen und Haftlappen. Zwei Punktaugen oft vorhanden. Athmen durch Tracheen. Die Zecken

[1]) A. Nalepa, Die Anatomie der Phytopten. Sitzungsb. der Akad. der Wiss. Wien 1887 und 1889.

halten sich in Wäldern im Gebüsche auf, ihre Weibchen kriechen auf Säugethiere und den Menschen, saugen Blut und schwellen mächtig an. In den Tropen gibt es Zecken von bedeutender Grösse, die zu den lästigsten Parasiten gehören. *Ixodes ricinus* L., Holzbock. *I. reduvius* Deg., *Argas reflexus* Latr., auf Tauben, gelegentlich auf dem Menschen. *A. persicus* Fisch., des Stiches wegen berüchtigt.

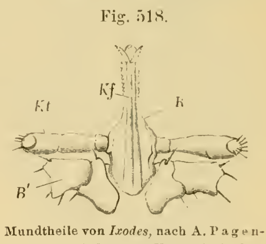
Fam. *Gamasidae.* Käfermilben. Kieferfühler scheerenförmig, Kiefertaster fünfgliedrig. Die Beine mit zwei Klauen und einem Haftlappen. Tracheen vorhanden. Leben theils frei vom Raube, theils als Schmarotzer an Käfern und auf der Haut von Vögeln und Säugethieren, *Gamasus coleoptratorum* L., *Dermanyssus avium* Dug., *Pteroptus vespertilionis* Herm.

Fam. *Hydrachnidae.* Wassermilben. Körper kugelig, oft lebhaft gefärbt. Kieferfühler meist mit klauenförmigem Endgliede; mit Schwimmbeinen, mit zwei oder vier Punktaugen. Tracheen vorhanden. Die ausgeschlüpften Larven (Fig. 513) befestigen sich mit ihrem grossen Saugkegel an Wasserinsecten, von deren Blute sie sich ernähren, und treten in ein Puppenstadium ein. *Hydrachna cruenta* O. Fr. Müll., rothe Wassermilbe. *Atax Bonzi* Clap., in der Mantelhöhle der Unionen (Fig. 510). *Limnochares holosericeus* Latr.

Fig. 517.

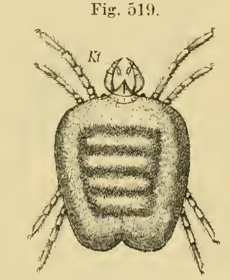
Weibchen von *Phytoptus vitis*, vom Blatte des Weinstockes, nach H. Landois. *A* After, *Or* Ovarium, *Go* Geschlechtsöffnung.

Fig. 518.



Mundtheile von *Ixodes*, nach A. Pagenstecher. *R* Rüssel, *Kf* Kieferfühler, *Kt* Kiefertaster, *B'* Grundglieder des ersten Beinpaares.

Fig. 519.



Trombidium holosericeum, nach Mégnin.

Fam. *Trombidiidae.* Laufmilben. Körper lebhaft gefärbt, behaart. Kieferfühler meist klauenförmig; Kiefertaster mit einer Klaue neben einem lappenförmigen Anhang. Augen vorhanden. Athmen durch Tracheen. Die sechsbeinigen Jungen (als *Leptus autumnalis* bekannt), leben parasitisch auf Insecten und Arachniden, mitunter auch auf Säugethieren, und dem Menschen, bei dem sie einen vorübergehenden Hautausschlag erzeugen. *Trombidium holosericeum* L. (Fig. 519), *Erythraeus parietinus* Herm., *Tetranychus telarius* L., Spinnmilbe.

Fam. *Oribatidae,* Landmilben. Kieferfühler einziehbar, scheerenförmig. Kiefertaster fünfgliedrig, mit gezähnter Kaulade des Basalgliedes. Ocellen fehlen. *Oribates alatus* Herm., unter Moos.

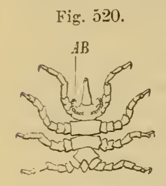
Fam. *Bdellidae,* Rüsselmilben. Kopftheil rüsselförmig verlängert und abgeschnürt, mit scheerenförmigen Kieferfühlern. Kiefertaster lang und dünn. Kriechen auf feuchtem Boden. *Bdella longicornis* L.

An die Milben schliesst sich die kleine Gruppe der *Pycnogoniden* [1]) an. Von Milne Edwards und Kröyer zu den Crustaceen gestellt, wurden sie später fast allgemein zwischen Milben und Spinnen den Arachnoiden zugewiesen, obwohl sie im männlichen Geschlechte mit dem Besitz eines accessorischen.

[1]) A. Dohrn, Die Pantopoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Eine Monographie. Leipzig 1881.

die Eier tragenden Beinpaares eine höhere Gliedmassenzahl ausbilden. Vielleicht entsprechen sie einer besonderen Arthropodenclasse. Es sind langsam bewegliche, zwischen Tangen und Seepflanzen kriechende Thiere von geringer Grösse, mit konischem Saugrüssel und stummelförmigem Abdomen. Die sehr langen, vielgliedrigen Beine nehmen die schlauchförmigen Magenanhänge und die Sexualdrüsen auf. Tracheen fehlen. Dagegen findet sich ein wohl entwickeltes Herz mit Aorta und zwei seitlichen Ostienpaaren, sowie in der Regel auch mit hinterer unpaarer Spaltöffnung. Oberhalb des Gehirns, auf welches eine ansehnliche, aus mehreren Ganglienanschwellungen gebildete Bauchkette folgt, liegen vier kleine Punktaugen. Die Eier werden an dem accessorischen Beinpaare an der Brust des Männchens bis zum Ausschlüpfen der Larven getragen (Fig. 520).

Fig. 520.



Pycnogonum littorale (règne animal). *AB* Eiertragendes Beinpaar.

Pycnogonum littorale O. Fr. Müll., Nordsee. *Phoxichilidium* Edw., *Ammothea* Leach., *A. pycnogonoides* Quatr. (Fig. 521).

Fig. 521.



Ammothea pycnogonoides (règne animal). *Da* Darmschläuche in den Extremitäten.

Eine zweite, oft als Ordnung gesonderte Gruppe kleiner milbenartiger Arachnoideen sind die *Tardigraden.*[1]) *Arachnoideen mit saugenden Mundtheilen und kurzen stummelförmigen Beinen, ohne Herz und Respirationsorgane.*

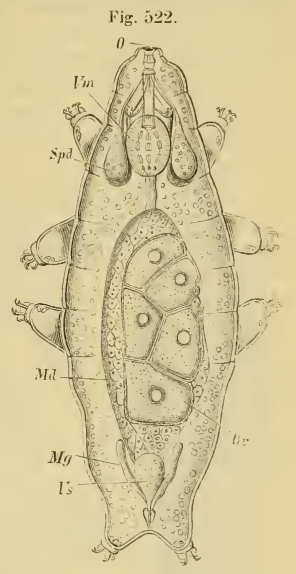
Der Körper dieser kleinen (1/3 bis 1 Mm. langen), langsam kriechenden Thierchen ist wurmförmig gestreckt, ohne äussere Segmentirung und am vorderen Ende in eine Saugröhre verlängert, aus welcher sich zwei stiletförmige Schlundzähne hervorschieben (Fig. 522). Die vier Beinpaare bleiben kurze, mit mehreren Krallen endigende Stummelfüsse, von denen die hinteren am äussersten Ende des Körpers entspringen. Das

---

[1]) Doyère, Mémoire sur les Tardigrades. Ann. des sc. nat., IIe sér., Tom. XIV, XVII und XVIII. C. A. S. Schultze, Macrobiotus Hufelandii etc. Berolini 1834. Derselbe, Echiniscus Bellermanni, Berolini 1840. Dujardin, Sur les Tardigrades et sur une espèce à longs pieds vivant dans l'eau de mer. Annales des sc. nat., IIIe sér., Tom. XV. Ferner die Abhandlungen von Kaufmann, Greeff und Max S. Schultze. L. H. Plate, Beitrag zur Naturgeschichte der Tardigraden. Zool. Jahrbuch. Tom. III, 1888.

Nervensystem besteht aus dem Gehirn, dem unteren Schlundganglion und vier durch lange Commissuren verbundenen Ganglienknoten der Bauchkette. Das Gehirn sendet Nerven zu zwei Punktaugen und zwei Sinnespapillen. Sowohl Respirations- als Kreislauforgane fehlen vollständig. Das Blut enthält grosse amöboide Zellen. Der Verdauungscanal besteht nebst einem muskulösen Schlund aus einem Magendarm und Enddarm, in welchen zwei Malpighische Gefässe einmünden. In den Saugrüssel führen die Ausführungsgänge von zwei ansehnlichen Speicheldrüsen. Die Tardigraden sind nicht, wie man seither glaubte, Zwitter, sondern getrennten Geschlechtes. Männchen und Weibchen sind einander sehr ähnlich, erstere jedoch viel seltener. Beiderlei Geschlechtsdrüsen liegen als ein unpaarer Sack über dem Magendarm und münden in den Anfangstheil des Rectums, welches somit zur Kloake wird. Die Weibchen legen meistens während der Häutung grosse Eier ab, welche von der alten abgestreiften Haut bis zum Ausschlüpfen der Jungen umschlossen bleiben. Die Entwicklung erfolgt ohne Metamorphose. Die Thiere leben zwischen Moos und Algen in Dachrinnen, auch am Meeresufer und sind besonders dadurch bemerkenswerth geworden, dass sie wie die Rotiferen nach langem Eintrocknen durch Befeuchtung wieder ins Leben zurückgerufen werden. Ihrem Baue nach stehen sie wohl auf der niedersten Stufe unter den luftathmenden Arthropoden. *Macrobiotus Hufelandii* S. Sch., *Milnesium tardigradum* Doy., *Echiniscus Bellermanni* S. Sch.

Fig. 522.



Macrobiotus Schultzei, nach Greeff. *O* Mund, *Vm* Schlundkopf, *Md* Magendarm, *Spd* Speicheldrüsen, *Ov* Ovarium, *Mg* Malpighische Gefässe, *Vs* sackförmige Drüse.

8. Ordnung. **Linguatulida** [1], **Zungenwürmer, Pentastomiden.**

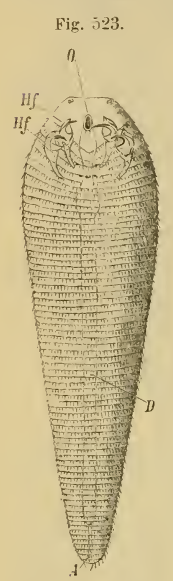
Parasitische Arachnoideen von wurmförmig gestrecktem, geringeltem Körper, mit zwei Paar Klammerhaken in der Umgebung des kieferlosen Mundes.

Der wurmförmige, geringelte Leib dieser lange Zeit für Eingeweidewürmer gehaltenen Parasiten wird bei dem sehr reducirten Kopfbruststück vornehmlich auf die ausserordentliche Vergrösserung und Streckung des Hinterleibes zurückzuführen sein, wofür die Leibesform der Balgmilben unter den Acarinen Anhaltspunkte liefert. Mundwerkzeuge fehlen im ausgebildeten Zu-

[1]) R. Leuckart, Bau und Entwicklungsgeschichte der Pentastomen. Leipzig und Heidelberg 1860.

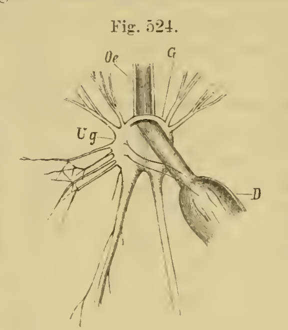
stande vollständig. Die vier aus Hauttaschen vorstülpbaren, auf besonderen Chitinstäben befestigten Klammerhaken (Fig. 523) dürften den Endklauen der zwei hinteren Beinpaare entsprechen, da die zwei Beinpaare der Larve (Fig. 525 *b*), die wir als die vorderen Beinpaare anzusehen haben, während der Entwicklung verloren gehen. Am Nervensystem ist das Gehirn eine bandförmige Querbrücke oberhalb des einfachen subösophagealen Nervenknotens, von welchem zahlreiche Nerven austreten (Fig. 524). Augen, Respirations- und Circulationsorgane fehlen. Der Darm ist ein gerade gestrecktes Rohr, welches am hinteren Ende in der Afteröffnung ausmündet. Mächtig entwickelt und in grosser Zahl treten Drüsen in der Haut auf. Männchen und Weibchen unterscheiden sich durch beträchtliche Grössendifferenzen und durch die abweichende Lage der Geschlechtsöffnungen. Während die Geschlechtsöffnung des auffallend kleineren Männchens nicht weit hinter dem Munde liegt, findet sich die weibliche Geschlechtsöffnung in der Nähe des Afters am hinteren Körperende.

Fig. 523.



Pentastomum denticulatum, Jugendform von *P. taenioides*. *O* Mund, *Hf* die vier Haken, *D* Darm. *A* After.

Fig. 524.

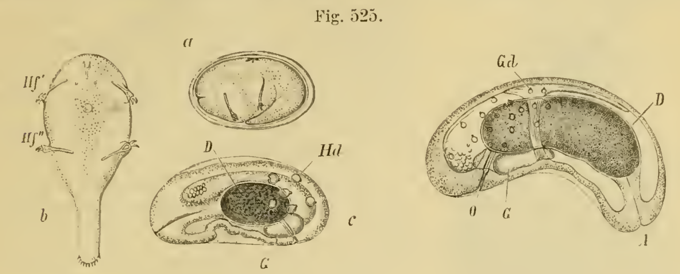


Nervensystem von *Pentastomum taenioides*, nach R. Leuckart, *Oe* Oesophagus, *G* Gehirn, *Ug* Untere Schlundganglienmasse mit den austretenden Nerven, *D* Anfang des Mitteldarmes.

Die Zungenwürmer leben im geschlechtsreifen Zustande in Lufträumen von Warmblütern und Reptilien. Durch R. Leuckart's Untersuchungen wurde die Entwicklungsgeschichte für *Pentastomum taenioides* bekannt, welches sich in den Nasenhöhlen und im Stirnsinus des Hundes und Wolfes aufhält. Die Embryonen dieser Art gelangen in den Eihüllen mit dem Schleime nach aussen auf Pflanzen und von da in den Magen des Kaninchens und Hasen, seltener in den des Menschen. Dieselben durchsetzen dann, von den Eihüllen befreit, die Darmwandungen, kommen in die Leber und umgeben sich mit einer Kapsel, in welcher sie eine Reihe von Veränderungen durchlaufen und sich nach Art der Insectenlarven mehrmals häuten (Fig. 525). Erst nach Verlauf von sechs Monaten haben sie eine ansehnliche Grösse erlangt und die vier Klammerhaken, sowie zahlreiche feingezähnelte Ringel der Oberfläche erhalten; sie sind in das früher als *P. denticulatum* bezeichnete Stadium eingetreten, in welchem sie sich von Neuem auf die Wanderung begeben, die Kapseln durchbrechen, die Leber durchsetzen und, falls sie in grösserer Zahl vorhanden sind,

den Tod des Wirthes veranlassen, im andern Falle dagegen bald von einer neuen Cyste umschlossen werden. Gelangen sie zu dieser Zeit mit dem Fleische des Hasen oder Kaninchens in die Rachenhöhle des Hundes, so dringen sie von da in die benachbarten Lufträume und bilden sich in Zeit von zwei bis drei Monaten zu Geschlechtsthieren aus.

Fig. 525.



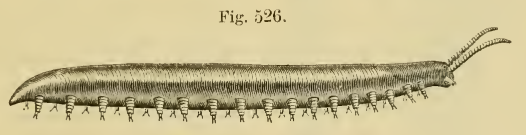
Entwicklungsstadien von *Pentastomum taenioides,* nach R. Leuckart. *a* Ei mit Embryo. — *b* Embryo mit den beiden Hakenfusspaaren *Hf'* und *Hf''*. — *c* Larve aus der Leber des Kaninchens. *G* Ganglion, *D* Darm, *Hd* Hautdrüsen. — *d* Aeltere Larve. *O* Mund, *A* After, *Gd* Geschlechtsdrüse.

Pentastomum taenioides Rud., 80—85 Mm., Männchen 18—20 Mm. lang. *P. multicinctum* Harl., in der Leber von Naja haje. *P. constrictum* v. Sieb. Eingekapselt in der Leber der Neger in Aegypten. *P. torquatum* in der Lunge von *Python.*

III. Classe. Onychophora[1]), Onychophoren.

Tracheaten mit gestrecktem wurmförmigen Leib, mit zwei Fühlern, einem Kieferpaar und zwei Mundpapillen, kurzen, weniggliedrigen, mit Klauen bewaffneten Beinpaaren, mit Segmentalorganen in fast allen Metameren.

Fig. 526.



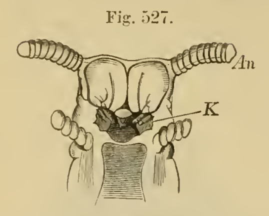
Peripatus capensis, nach Moseley.

Die Onychophoren mit der einzigen Gattung *Peripatus* bilden eine interessante, die Anneliden und Tracheaten verbindende Uebergangsgruppe. Die-

[1]) E. Grube, Ueber den Bau des Peripatus Edwarsii. Müller's Archiv. 1853. Moseley, On the Structure and Development of Peripatus capensis. Philos. Transactions, 1875. F. M. Balfour, The Anatomy and Development of Peripatus capensis. Quart. Journ. Microsc. Scienc., Vol. XXIII, 1883. Ed. Gaffron, Beiträge zur Anatomie und Histologie des Peripatus. Zool. Beiträge, herausg. von Schneider. Bd. I, Breslau 1883, 1885. J. Kennel, Entwicklungsgeschichte von Peripatus Edwardsii Blanch. und Peripatus torquatus n. sp. I. und II. Theil. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut Würzburg. Tom. VII, 1884; Tom. VIII, 1886. A. Sedgwick, A Monograph of the development of Peripatus capensis. Quart. Journ. of Microsc. Scienc., 1888.

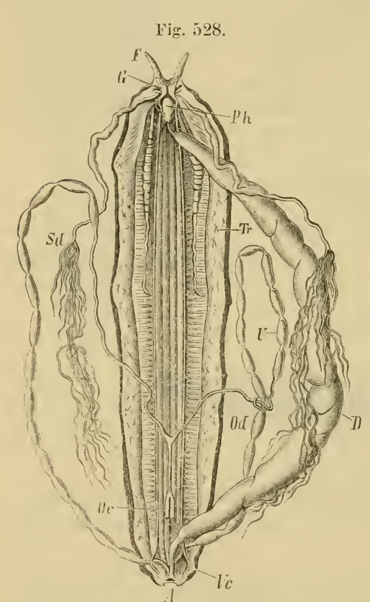
selben besitzen einen mässig gestreckten Körper, welcher paarige, mit je zwei kleinen Krallen bewaffnete Fussstummel (siebzehn bis über dreissig Paare) trägt (Fig. 526). Der wohl gesonderte Kopf ist mit einem Antennenpaar und zwei einfachen Seitenaugen versehen. An seiner Unterseite (Fig. 527) liegt unter einer grossen vorspringenden Sauglippe die Mundöffnung mit einem Chitinkrallen tragenden Kieferpaar und zwei kurzen, undeutlich gegliederten Mundpapillen. Das Nervensystem zeichnet sich durch die auffallende Entfernung seiner beiden Hälften aus. Das paarige Gehirnganglion entsendet zwei mit Ganglienzellen belegte Nervenstränge (nach Balfour mit Anschwellungen in jedem Segmente), welche sich dicht unterhalb des Schlundes zwar nähern, aber in ihrem weiteren Verlaufe bis zum Hinterleibsende getrennt bleiben (Fig. 528). In ihrer ganzen Länge durch feine Quercommissuren verbunden, vereinigen sie sich erst am Hinterleibsende. Der Darm beginnt mit muskulösem Schlunde und verläuft gerade gestreckt durch den Körper; der After liegt endständig. In den Mund öffnen sich durch einen gemeinsamen kurzen Gang zwei seitliche, in den Muskelschlauch eingebettete Drüsenschläuche (Speicheldrüsen). Als Herz fungirt ein durch die ganze Länge des Körpers sich erstreckendes Rückengefäss mit paarigen, segmental angeordneten Ostien. Nach Moseley's Entdeckung ist ein mächtig entwickeltes Tracheensystem vorhanden. Die Stigmen liegen über die ganze Oberfläche unregelmässig vertheilt und führen jedes in ein kurzes Rohr, von dem aus zarte, sehr lange Tracheen in einem dichten Büschel entspringen. Als Excretionsorgane finden sich in jedem Segmente (mit Ausnahme der vordersten und des vorletzten Segmentes) ein Paar von Segmentalorganen, welche mit geschlossenem Endsäckchen beginnen und ventralwärts an der Basis der

Fig. 527.



Kopf eines *Peripatus*-Embryo nach Moseley. *An* Antennen, *K* Kiefer, über denselben die Ectodermwülste, welche zum Gehirn werden.

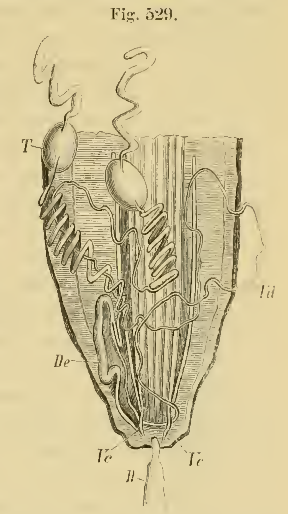
Fig. 528.



Anatomie eines weiblichen *Peripatus*, nach Moseley, *F* Fühler, *G* Gehirn mit den ventralen Nervensträngen *(Vc)*, *Ph* Pharynx, *D* Darm, *A* After, *Sd* Schleimdrüsen, *Tr* Tracheenbüschel, *Ov* Ovarien, *Od* Oviducte, *U* Uterus.

Füsschen mittelst einer Blase nach aussen führen. Langgestreckte Schleimdrüsen münden an den Mundpapillen und erzeugen durch ihr Secret ein Gewebe von zähen Fäden. Die Onychophoren sind getrennten Geschlechts. Die Ovarien führen in zwei mit einem Receptaculum seminis versehene, als Uterus fungirende Eileiter, die am vorletzten Segmente mit gemeinsamer Vagina ausmünden. Die Hoden gehen in lange gewundene Samenleiter über und münden an gleicher Stelle wie die Vagina mittelst unpaaren Ductus ejaculatorius (Fig. 529). Ausserdem besitzt das Männchen bei *Peripatus capensis* eine accessorische Drüse, welche am letzten Beinpaare ausmündet. Die Entwicklung erfolgt im Uterus, an dessen Wand sich das Ei festsetzt und die Embryonalentwicklung durchläuft. An dem mittelst Placenta sich ernährenden Embryo bildet sich eine Hüllhaut als Amnion. Der anfangs halbkugelige, später birnförmige und dann Hutpilz-förmige Embryonalleib gewinnt Mund und After und beginnt, sich in der Richtung von vorne nach hinten zu segmentiren. Sodann wachsen die Extremitäten hervor, am Kopfabschnitt die Tentakeln, am ersten vom Mund durchbrochenen Rumpfsegmente die in die Mundhöhle rückenden Kiefer, am zweiten die ebenfalls in die Mundhöhle einwachsenden Papillen der Schleimdrüsen. Der mit der Placenta verbundene Nabelstrang bleibt noch eine Zeit lang am ersten Rumpfsegmente befestigt. Die Entwicklung ist demnach eine secundär zusammengezogene und stark abgekürzte. Wahrscheinlich ist die Onychophorengruppe direct von den Anneliden abzuleiten. Die Thiere leben an feuchten Orten unter faulendem Holze.

Fig. 529.



Körperende eines männlichen *Peripatus*, nach Moseley, *T* Hoden, *Vd* Vasa deferentia, *De* Ductus ejaculatorius, *D* Afterdarm, *Vc* ventrale Ganglienstränge.

Fam. *Peripatidae*. *Peripatus Edwardsii* Blanch., Cayenne, mit dreissig Beinpaaren, *P. capensis* Gr. (Fig. 526), mit siebzehn Beinpaaren, *P. Blainvillei* Blanch., Chile. *P. Novae Zealandiae* Hutt.

IV. Classe. Myriopoda[1]), Tausendfüsse.

Tracheaten mit gesondertem Kopf und zahlreichen, ziemlich gleichgebildeten Leibessegmenten, mit einem Fühlerpaare, mit zwei oder drei Paaren von Kiefern und zahlreichen Beinpaaren.

---

[1]) J. F. Brandt, Recueil des mémoires relatifs à l'ordre des Insectes Myriapodes. St.-Pétersbourg 1841. G. Newport, On the organs of reproduction and the development of the Myriapoda. Philos. Transactions, 1841. Derselbe, On the nervous and circulatory

Unter allen Arthropoden schliessen sich die Tausendfüsse durch die gleichmässige Gliederung ihres langgestreckten, bald cylindrischen, bald mehr flachgedrückten Leibes und durch die Art ihrer Bewegung neben den Onychophoren am meisten den Anneliden an.

Der Kopf der Myriopoden stimmt im Wesentlichen mit dem Kopfe der Insecten überein und trägt wie dieser ein Antennenpaar, die Augen, die jedoch niemals wahre Facettenaugen sind, und drei (beziehungsweise zwei) Paare von Kiefern. Die Antennen sitzen der Stirn auf und sind meist schnur- oder borstenförmig. Von den Kiefern gleichen die kräftig bezahnten Mandibeln denen der Insecten, mit welchen sie auch den Mangel eines Tasters gemeinsam haben. Die Maxillen bilden bei den *Chilognathen* eine complicirte, gelappte Mundklappe *(Gnathochilarium)*, deren Theile man früher auf zwei miteinander verwachsene Maxillenpaare zurückführte (Fig. 540 *b*). Indessen ist es ontogenetisch erwiesen, dass diese Klappe von den Gliedmassen nur eines Segmentes gebildet wird. Bei den *Chilopoden* tritt an der vorderen Maxille eine Lade und ein kurzer Taster auf, das zweite Maxillenpaar ist zur tastertragenden Unterlippe gestaltet. In seltenen Fällen sind die Mundtheile zu einem Saugapparate umgebildet *(Polyzonium)*.

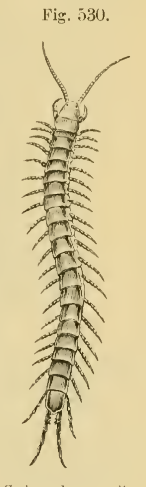
Der auf den Kopf folgende Leib setzt sich aus gleichartigen und deutlich gesonderten Segmenten zusammen, welche in sehr verschiedener, jedoch für die einzelnen Arten meist constanter Zahl auftreten, oft in festere Rücken- und Bauchplatten zerfallen und Gliedmassenpaare tragen. Erscheint auch fast durchweg die Homonomität der Leibessegmentirung so vollständig, dass eine Abgrenzung von Brust und Abdomen unmöglich wird, so deuten doch Verhältnisse der inneren Organisation, insbesondere die Verschmelzung der drei ersten Ganglienpaare der Bauchkette, darauf hin, dass wir die drei vorderen Leibesringe wenigstens der *Chilognathen* als Thorax zu betrachten haben. Bei diesen entspringen an den drei bis fünf vorderen Segmenten je nur ein Paar, an den nachfolgenden Leibesabschnitten dagegen fast durchweg zwei Paare von Beinen, so dass man diese Abschnitte als durch Verschmelzung von je zwei Segmenten entstandene Doppelringe aufzufassen hat. Die Beine heften sich bald mehr an den Seiten *(Chilopoden)*, bald mehr der Mittellinie genähert auf der Bauchfläche *(Chilognathen)* an

systems of Myriapoda and Macrourous Arachnida. Ebend. 1843. Fr. Stein, Ueber die Geschlechtsverhältnisse der Myriopoden etc. Müller's Archiv, 1842. Koch, System der Myriopoden. Regensburg 1847. M. Fabre, Recherches sur l'anatomie des organes reproducteurs et sur le développement des Myriopodes. Ann. des sc. nat., IVe sér., Tom. III. Fr. Meinert, Danmarks Chilognather. Naturh. Tidsskrift, 3 R., Tom. V. Derselbe, Scolopendrer og Lithobier. Ebendaselbst, Tom. V, 1868. Grenacher, Ueber die Augen einiger Myriopoden. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XVIII, 1880. Latzel, Die Myriopoden der österreichisch-ungarischen Monarchie. I. und II. Wien 1880, 1884. E. Metschnikoff, Embryologisches über Geophilus. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom, XXV, 1875. C. Herbst, Beiträge zur Kenntniss der Chilopoden. Bibliotheca zoologica, Heft IX, Cassel 1891.

und sind meist kurze sechs- bis siebengliedrige, mit Krallen endigende Extremitäten (Fig. 530 und 531).

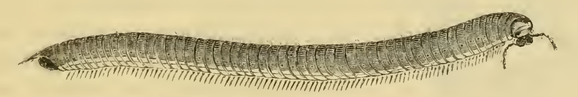
In dem Bau der inneren Organe zeigen die Myriopoden eine grosse Uebereinstimmung mit den Insecten. Das *Nervensystem* zeichnet sich durch die bedeutende Streckung der Bauchganglienkette aus, welche die ganze Körperlänge durchsetzt und in jedem Segmente zu einem Ganglienknoten anschwillt. Dem unteren Schlundganglion geht eine gesonderte untere Quercommissur voraus, wie sie auch bei *Machilis* und verschiedenen Insecten nachgewiesen ist, die vielleicht auf den Schwund eines dem zweiten Antennenpaare der Crustaceen entsprechenden Gliedmassenpaares hinweist. In diesem Falle würde die Mandibel der Myriopoden und Insecten als zweites postorales Gliedmassenpaar der Mandibel der Crustaceen homodynam sein. Bei den gedrungenen *Pauropoden* und *Symphylen* macht die Ganglienkette in Folge der undeutlichen Sonderung der Längscommissuren den Eindruck eines in Ganglien angeschwollenen Bauchstranges. In den zwei Beinpaare tragenden Segmenten der *Chilognathen* liegen je zwei Ganglien. Auch soll nach Newport ein System von paarigen und unpaaren Eingeweidenerven, ähnlich dem der Insecten, vorhanden sein. *Augen* fehlen nur in seltenen Fällen und treten in der Regel als Ocellen oder durch enges Aneinanderrücken als *gehäufte Punktaugen*, selten *(Scutigera)* als zusammengesetzte Augen auf, deren Bau jedoch mit dem der Facettenaugen nicht völlig übereinstimmt. An den Antennen wurden Riechzapfen mit Nerven und Ganglien, an der Unterlippe der Chilognathen ein ähnlich gestaltetes Sinnesorgan nachgewiesen.

Fig. 530.



Scolopendra morsitans.

Fig. 531.

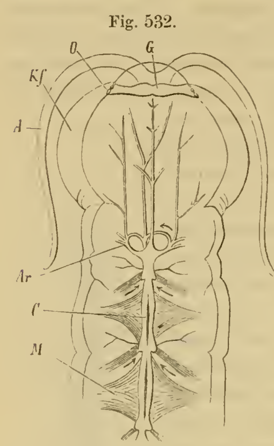


Julus terrestris, nach C. L. Koch.

Der *Verdauungscanal* durchsetzt mit seltenen Ausnahmen *(Glomeris)* ohne Schlängelungen in gerader Richtung die Länge des Leibes und mündet am letzten Hinterleibsringe durch den After aus. Man unterscheidet eine dünne Speiseröhre, welche mit der Mundöffnung beginnt und wie bei den Insecten zwei bis sechs schlauchförmige Speicheldrüsen aufnimmt, sodann einen weiten, sehr langen Mitteldarm, dessen Oberfläche mit kurzen, in die Leibeshöhle hineinragenden Leberschläuchen dicht besetzt ist, ferner einen Enddarm mit zwei oder vier am Darme sich hinschlängelnden Harncanälen und kurzem, erweitertem Mastdarm.

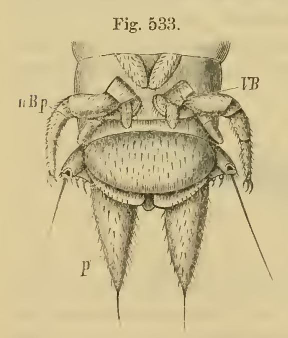
Als Centralorgan der Blutbewegung erstreckt sich ein langes, pulsirendes *Rückengefäss* durch alle Körpersegmente (Fig. 532). Dasselbe ist durch Bindegewebsfasern in der Pericardialhöhle suspendirt und gliedert sich der Segmentirung entsprechend in eine grosse Zahl von Kammern. Das Blut tritt aus der Leibeshöhle durch seitliche Spaltenpaare in die Herzkammern ein und strömt theils durch laterale Arterienpaare, theils durch eine vordere, in drei Aeste getheilte Kopfaorta aus. Die seitlichen bogenförmigen Aeste (Aortenbogen) verbinden sich unterhalb des Schlundes zur Bildung eines Supraneuralgefässes. Alle Myriopoden athmen durch *Tracheen,* welche wie die der Insecten durch Spaltenpaare an fast allen Segmenten, bald unter den Basalgliedern der Beine, bald in den Verbindungshäuten zwischen Rücken- und Bauchplatten, von aussen die Luft aufnehmen und Büschel verästelter Zweige nach allen Organen abgeben. An den Doppelsegmenten der *Chilognathen* finden sich zwei Stigmenpaare und ebensoviele Büschel von Tracheen, welche unverästelt bleiben und nicht, wie bei den *Chilopoden,* durch Anastomosirung zur Bildung von Längsstämmen führen. Bei *Scutigera* liegen die Stigmen in der Medianlinie am Rücken, und führen in Taschen, von denen eine grosse Zahl einfacher Tracheenröhren ausstrahlen. Bei den *Symphylen* finden sich nur zwei Stigmen, und zwar unter den Fühlern am Kopfe, während die *Pauropoden* der Tracheen überhaupt entbehren. Besondere, den Coxaldrüsen von *Peripatus* verglichene Drüsen finden sich am Aftersegmente und den vorausgehenden Segmenten der *Chilopoden,* wo sie an den Hüftgliedern der vier bis fünf Beinpaare ausmünden. Bei den *Chilognathen (Lysiopetalum)* wurden ausstülpbare Wärzchen am Hüftgliede einer grösseren Zahl von Beinpaaren, jedoch ohne ausreichenden Grund, als Aequivalente solcher Drüsen gedeutet. Hinsichtlich dieser Bildungen scheinen besonders die den Chilognathen sich anschliessenden *Symphylen (Scolopendrella)* bemerkenswerth, welche an den Coxalgliedern zahlreicher Bein-

Fig. 532.



Kopf und vordere Segmente von *Scolopendra,* nach Newport. *G* Gehirn, *O* Augen, *A* Antennen, *Kf* Kieferfuss, *C* Herz, *M* sog. Flügelmuskeln desselben, *Ar* Arterien.

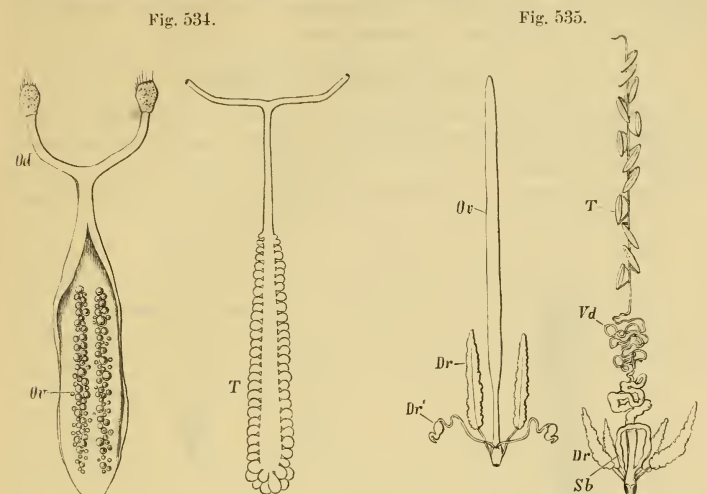
Fig. 533.



Hinteres Körperende einer jungen *Scolopendrella* nach Latzel. *11 Bp* eilftes Beinpaar, *VB* Vorstülpbares Drüsenbläschen, *p* stiletförmiges Terminalglied mit dem Spinnorgan.

paare an der Innenseite eines griffelförmigen Fortsatzes je ein vorstülpbares Drüsenbläschen besitzen (Fig. 533). Am Ende des letzten Segmentes finden sich hier zwei, vielleicht Gliedmassen entsprechende Fortsätze mit der Ausmündung einer Spinndrüse.

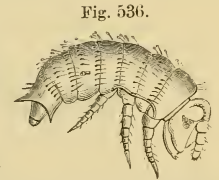
Die Myriopoden sind getrennt geschlechtlich. Ovarien und Hoden



Geschlechtsorgane von *Glomeris marginata*, nach Fabre. *T* Hoden, *Ov* Ovarium, *Od* Oviduct.

Geschlechtsorgane von *Scolopendra complanata*, nach Fabre. *Ov* Ovarium, *T* Hoden, *Vd* Vas deferens, *Dr* Drüsen, *Sb* Samenblase.

entwickeln sich meist als langgestreckte unpaare Schläuche, während die Ausführungsgänge oft paarig auftreten und überall mit accessorischen Drüsen, im weiblichen Geschlechte zuweilen mit doppeltem Receptaculum seminis in Verbindung stehen (Fig. 534). Die Geschlechtsöffnungen liegen jederseits am Hüftgliede des zweiten Beinpaares, beziehungsweise hinter diesem Gliedmassenpaare *(Chilognathen)*, oder es ist eine unpaare Genitalöffnung am hinteren Körperende vorhanden *(Chilopoden)* (Fig. 535). Im männlichen Geschlechte kommen im ersteren Falle häufig noch äussere, von den Geschlechtsöffnungen entfernte Copulationsorgane am siebenten Segmente hinzu, welche sich vor der Begattung mit Sperma füllen und dasselbe während des Coitus in die weibliche Geschlechtsöffnung einführen.



Embryo von *Strongylosoma*, nach E. Metschnikoff.

Die meist grösseren Weibchen legen ihre Eier in die Erde. Die ausschlüpfenden Jungen entwickeln sich oft mittelst Metamorphose, indem sie anfangs ausser den Fühlern nur drei oder sieben Paare von Beinen und

einige wenige gliedmassenlose Segmente besitzen (Fig. 536). Unter zahlreichen Häutungen nimmt die Körpergrösse allmälig zu, die Extremitätenpaare sprossen an den bereits vorhandenen Leibesringen hervor, deren Zahl durch neue, von dem Endsegmente sich abschnürende Ringe vervollständigt wird, während sich zugleich die Zahl der Ocellen und Fühlerglieder vermehrt. In anderen Fällen *(Scolopendriden, Geophiliden)* besitzt der Embryo bereits sämmtliche Gliedmassenpaare.

1. Ordnung. **Chilopoda** [1]), **Chilopoden.**

Von meist flachgedrückter Körperform, mit langen vielgliedrigen Fühlern und zum Raube eingerichteten Mundtheilen, mit nur einem Gliedmassenpaare an jedem Leibesringe.

Der langgestreckte, meist flachgedrückte Leib erhärtet an der Rücken-

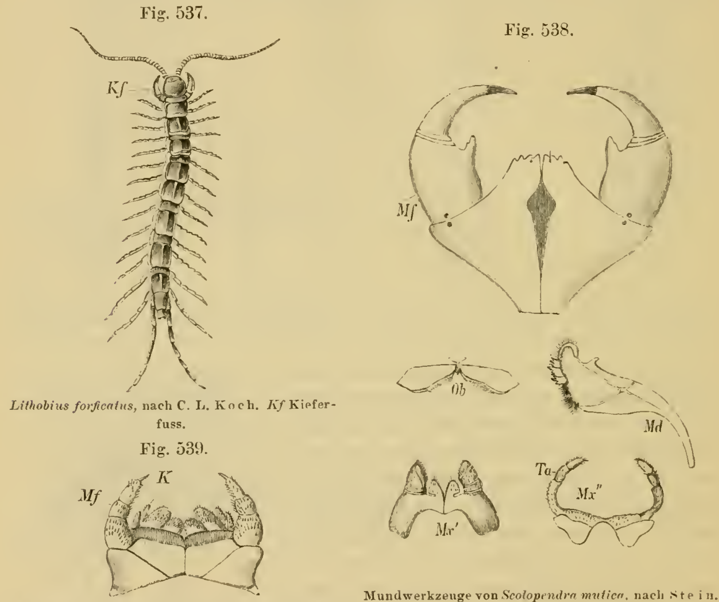


Fig. 537.

Lithobius forficatus, nach C. L. Koch. *Kf* Kieferfuss.

Fig. 538.

Mundwerkzeuge von *Scolopendra mutica*, nach Stein. *Ob* Oberlippe, *Md* Mandibel. *Mx'* erste, *Mx''* zweite Maxille, *Ta* Taster, *Mf* Maxillarfuss.

Fig. 539.

Mundtheile von *Geophilus*, nach Stein. *K* Kieferpaare, *Mf* Maxillarfuss.

und Bauchfläche der Segmente zu festen Chitinplatten, welche durch weiche Zwischenhäute verbunden sind. Zuweilen entwickeln sich einige der Rückenplatten zu grösseren Schildern, welche die kleinen dazwischen gelegenen

[1]) Newport, Monograph of the class Myriopoda, order Chilopoda. Linnaean Transactions, XIX, 1845. Erich Haase, Schlesiens Chilopoden. I und II. Breslau 1880—1881. Derselbe, Das Respirationssystem der Symphylen und Chilopoden. Zool. Beitr., Breslau, I, 2.

Segmente dachziegelförmig überdecken (Fig. 537). Niemals übersteigt die Zahl der Beinpaare die der gesonderten Segmente, da sich nur ein einziges Paar an jedem Ringe entwickelt. Die Fühler sind lang und vielgliedrig, unter dem Stirnrande eingefügt. Die Augen sind mit Ausnahme der Gattung *Scutigera*, welche zusammengesetzte Augen besitzt, einfache oder gehäufte Punktaugen. Stets sind zwei gesonderte Maxillenpaare vorhanden; das vordere trägt einen kurzen Taster, das zweite bildet eine Art Unterlippe, oft mit ansehnlich verlängertem Taster (Fig. 538, 539). Ueberall rückt das vordere Beinpaar der Brust als eine Art Kieferfuss an den Kopf heran und bildet durch die Verwachsung seiner Hüfttheile eine mediane ansehnliche Platte, an der rechts und links die grossen viergliedrigen Raubfüsse mit Endklaue und Giftdrüse hervorstehen. Die übrigen Beinpaare entspringen an den Seiten der Leibesringe, das letzte, häufig verlängerte Paar streckt sich weit nach hinten über das Endsegment hinaus. Die Geschlechtsorgane münden in einfacher Oeffnung am vorletzten Segmente des Leibes. Die ausschlüpfenden Jungen besitzen bereits sieben *(Lithobius, Scutigera)* oder sämmtliche Gliedmassenpaare *(Scolopendra)*. Die Chilopoden nähren sich durchweg von Thieren, welche sie mit den Kieferfüssen beissen und durch das in die Wunde einfliessende Secret der Giftdrüse tödten. Einzelne tropische Arten können bei ihrer bedeutenden Körpergrösse selbst den Menschen gefährlich verletzen.

Fam. *Scolopendridae*. Fühler schnurförmig, mit verhältnissmässig fixirter (meist 17) Gliederzahl, nur wenigen (4 jederseits) Ocellen, bald mit gleichartigen, bald mit ungleichartigen Körpersegmenten. *Scolopendra* (mit neun Stigmenpaaren) *gigantea* L., aus Ostindien. *Sc. morsitans*, aus dem südlichen Europa (Fig. 530). *Cryptops* Leach. *(Scolopendra)*, blind. *Cr. hortensis* Leach. (*Sc. germanica* Koch), *Geophilus (Geophilidae) electricus* L., *G.* (*Himantarium) subterraneus* Leach.

Fam. *Lithobiidae*. Mit 15 beintragenden Segmenten, langen vielgliedrigen Fühlern und zahlreichen Ocellen. Einzelne Rückenplatten entwickeln sich zu einer besonderen Grösse und überdecken zum Theil die zwischenliegenden Segmente. *Lithobius forficatus* L. (Fig. 537), *Henicops* Newp.

Fam. *Scutigeridae*. Antennen mindestens von der Grösse des Leibes, Beine lang, die hinteren an Länge zunehmend. Facettenaugen anstatt der Ocellen. Mit 15 beintragenden Segmenten, aber einer geringeren Zahl (8) freier Rückenplatten. *Scutigera coleoptrata* L., Süddeutschland und Italien.

2. Ordnung. **Chilognatha**[1]) **(Diplopoda), Chilognathen.**

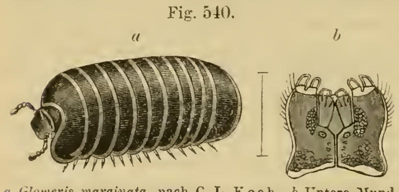
Von drehrunder oder halbcylindrischer Körperform, mit unterer Mundklappe und mit zwei Beinpaaren an jedem (die vorderen Leibessegmente ausgenommen) Segmente. Die Geschlechtsöffnungen liegen am Hüftgliede des zweiten Beinpaares.

---

[1]) E. Voges, Beiträge zur Kenntniss der Juliden. Zeitschr. für wiss. Zoolog. Tom. XXXI. Vergl. E. Haase, Schlesiens Diplopoden. Zeitschr. für Entomologie, N. F., H. XI, 1886. E. Metschnikoff, Embryologie der doppelfüssigen Myriopoden (Chilognathen). Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXIV, 1874. O. v. Rath, Beiträge zur Kenntniss der Chilo-

Der Leib hat in der Regel eine cylindrische oder halbcylindrische Form, indem die Segmente vollkommene Ringe darstellen oder auch mit besonderen Rückenplatten versehen sind. In vielen Fällen *(Juliden)* ist der Leib sehr langgestreckt (Fig. 531), in anderen verkürzt, asselähnlich *(Glomeris)* (Fig. 540). Die kurzen Fühler bestehen nur aus sieben Gliedern, von denen das letzte noch dazu verkümmern kann. Die Mandibeln haben breite Kauflächen zum Zerkleinern von Pflanzentheilen und einen oberen, beweglich eingelenkten, spitzen Zahn. Die Maxillen vereinigen sich zur Herstellung einer unteren Mundklappe, deren Seitentheile zwei hakenförmige rudimentäre Laden tragen, während der mittlere Abschnitt eine Art Unterlippe darstellt (Fig. 440 *b*). Die Augen liegen in der Regel als gehäufte Punktaugen oberhalb und auswärts der Fühler. Meist sind die vorderen Brustbeine nach vorne den Mundwerkzeugen zugekehrt.

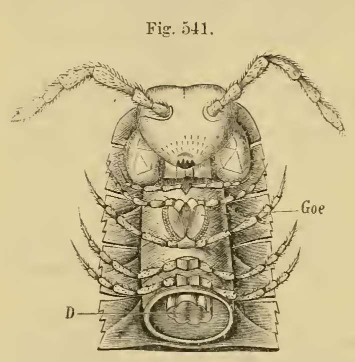
Fig. 540.



a Glomeris marginata, nach C. L. Koch. *b* Untere Mundklappe von *Julus terrestris*.

Stets tragen die drei Brustsegmente und wohl auch noch die zwei nächstfolgenden Segmente einfache, alle nachfolgenden (mit Ausnahme des siebenten im männlichen Geschlechte) doppelte Beinpaare. Stigmen finden sich an allen Segmenten, und zwar unter den Hüftgliedern der Beine mehr oder minder versteckt, an den Doppelsegmenten sind zwei Paare von Stigmen vorhanden. Die häufig als Stigmen angesehenen Porenreihen *(foramina repugnatoria)* zu beiden Seiten des Rückens sind die Oeffnungen von Hautdrüsen, welche zum Schutze des Thieres einen ätzenden Saft entleeren. Bei einer Polydesmide *(Fontaria gracilis)* enthält das Secret dieser Drüsen freie Blausäure. Die Geschlechtsorgane münden am Hüftgliede des zweiten Beinpaares (Fig. 541); im männlichen Geschlechte tritt in einiger Entfernung hinter den Geschlechtsöffnungen am siebenten Leibesringe ein paariges Copulationsorgan hinzu, welches indess bei *Glomeris* durch zwei accessorische Extremitätenpaare am Aftersegmente ersetzt zu

Fig. 541.



Kopf und vordere Segmente von *Polydesmus complanatus*, nach Latzel. *Goe* die weiblichen Geschlechtsöffnungen, *D* Darmcanal.

gnathen. Bonn 1886. E. G. Heathcote, The early development of Julus terrestris. Quart. Journ. Microsc. Scienc. Vol. 25, 1883. Derselbe, The postembryon. development of Julus terrestris. Philos. Transact. Roy. Soc. London 1888. Vergl. ferner Verhoeff und Attems

sein scheint. Bei den *Symphylen* liegt die unpaare Geschlechtsöffnung am vierten Segmente. Die Jungen besitzen anfangs nur drei Beinpaare (Fig. 536) und die Metamorphose erscheint demnach vollständiger als bei den Chilopoden. Die Chilognathen leben an feuchten Orten unter Steinen am Erdboden, nähren sich von vegetabilischen und wohl auch von abgestorbenen thierischen Stoffen. Viele kugeln sich nach Art der Kugelasseln zusammen oder rollen ihren Leib spiralig ein.

Fam. *Polyzoniidae.* Mit kleinem Kopf, spiralig aufrollbarem halbcylindrischen Leib und saugenden Mundtheilen. *Polyzonium germanicum* Brdt.

Fam. *Julidae.* Mit grossem freien Kopf, meist gehäuften Augen, spiralig aufrollbarem cylindrischen Körper, ohne verbreiterte Rückenplatten. Die Beine stossen in der Mittellinie zusammen. *Julus sabulosus* L., *J. terrestris* L. (Fig. 531).

Fam. *Polydesmidae.* Mit grossem freien Kopf und seitlich verbreiterten Rückenplatten, mit geringer Zahl (19—20) von Leibesringen. *Polydesmus complanatus* Deg., *Strongylosoma* Brdt., *Polyxenus lagurus* L., mit zwölf Beinpaaren.

Fam. *Glomeridae.* Körper verkürzt und breit, zum Zusammenkugeln befähigt, mit nur zwölf bis dreizehn Segmenten, welche weit nach den Seiten herabreichende Dorsalplatten besitzen. Letzter Körperring schildförmig. Erinnern an die Gattung Armadillo unter den Isopoden. *Glomeris marginata* Leach., mit siebzehn Beinpaaren, beim Männchen kommen am hinteren Körperende zwei Paare von Genitalfüssen hinzu (Fig. 540 *a*). *Sphaerotherium elongatum* Brdt. Als besondere Ordnungen würden die *Symphylen* (*Scolopendrella* Gerv.) und *Pauropoden* (*Pauropus* Lubb.), die in der Bildung der Mundtheile an die Diplopoden eng anschliessen, hier folgen.

V. Classe. Hexapoda [1]), Insecta, Insecten.

Tracheaten mit zwei Fühlern am Kopf und mit drei Beinpaaren, meist auch zwei Flügelpaaren an der dreigliedrigen Brust, mit neun- oder zehngliedrigem Abdomen.

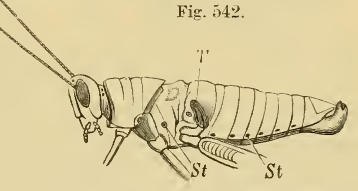


Fig. 542. Kopf, Brust und Abdomen eines *Acridium* in seitlicher Ansicht. *St* Stigmen, *T* tympanales Organ.

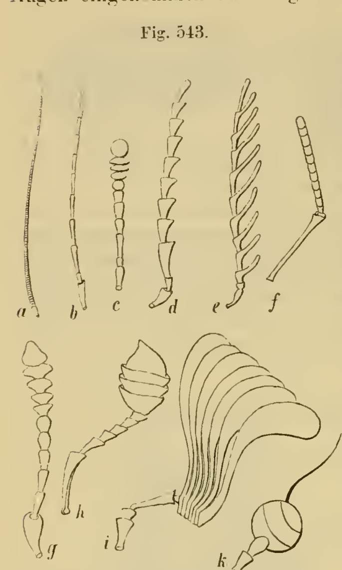
Der Körper der Insecten bringt die drei als Kopf, Brust und Hinterleib unterschiedenen Leibesregionen am schärfsten zur Sonderung. Auch erscheint die Zahl der zur Bildung des Körpers verwendeten Segmente und Gliedmassen fixirt, indem der Kopf mit seinen vier Gliedmassenpaaren aus vier, die Brust oder Thorax aus drei, das Abdomen gewöhnlich aus neun oder zehn (eilf) Segmenten *(Orthopteren)* besteht (Fig. 542). Nicht

[1]) Swammerdam, Historia Insectorum generalis. Utrecht 1669. Derselbe, Bijbel der natuure, 1737—1738. Réaumur, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. 12 vols. Paris 1734—1742. Ch. Bonnet, Traité d'Insectologie. 2 vols. Paris 1740. A. Rösel von Rosenhof, Insectenbelustigungen. Nürnberg 1746—1761. Ch. de Geer, Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. 8 vols. 1752—1776. H. Burmeister, Handbuch der Entomologie. Halle 1832. J. Lubbock, Origin of Insects, 1874. Fr. Brauer, Die unvermittelten Reihen in der Classe der Insecten. Systematisch-zoologische Studien. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissensch. Wien 1885.

selten betheiligt sich jedoch auch das vordere Abdominalsegment an der Bildung des Thorax.

Der fast durchgängig vom Thorax scharf abgesetzte Kopf bildet eine ungegliederte Kapsel, an der man verschiedene Regionen nach Analogie des Wirbelthierkopfes als Gesicht, Stirn, Wange, Kehle, Scheitel, Hinterhaupt etc. unterscheidet. Die obere Seite des Kopfes wird seitlich von den Augen eingenommen und trägt die Fühler, an der unteren inseriren sich in der Umgebung des Mundes die drei Paare von Mundgliedmassen. Die vordersten Gliedmassen, die Fühler, bilden bei den Insecten eine einfache Gliederreihe, variiren aber in Form und Grösse sehr mannigfach. Dieselben entspringen gewöhnlich auf der Stirn und dienen nicht nur zum Tasten, sondern vornehmlich als Spür- oder Geruchsorgane. Man unterscheidet zunächst *gleichmässige* (mit gleichartig gestalteten Gliedern) und *ungleichmässige* Fühlhörner (Fig. 543). Erstere erscheinen borstenförmig, fadenförmig, schnurförmig, gesägt, gekämmt; die ungleichmässigen Fühlhörner, an welchen besonders das zweite Glied und die Endglieder eine veränderte Gestalt besitzen, sind am häufigsten keulenförmig, geknöpft, gelappt, gebrochen. Im letzteren Falle ist das erste oder zweite Glied als *Schaft* sehr verlängert und die Reihe der nachfolgenden kürzeren Glieder als *Geissel* winkelig abgesetzt *(Apis)*.

Fig. 543.

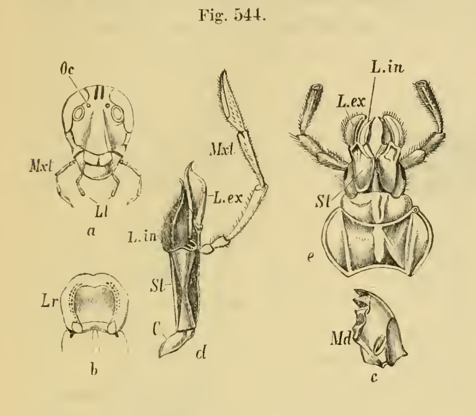


Verschiedene Antennenformen, nach Burmeister. *a* Borstenförmige Antenne von *Locusta*, *b* fadenförmige von *Carabus*, *c* schnurförmige von *Tenebrio*, *d* gesägte von *Elater*, *e* gekämmte von *Ctenicera*, *f* gebrochene von *Apis*. *g* keulenförmige von *Silpha*, *h* knopfförmige von *Necrophorus*, *i* durchblätterte von *Melolontha*, *k* Fühler mit Borste von *Sargus*.

An der Bildung der Mundwerkzeuge nehmen Antheil: die Oberlippe *(labrum)*, die Oberkiefer *(mandibulae)*, die Unterkiefer *(maxillae)*, die Unterlippe *(labium)* (Fig. 544). Die Oberlippe ist eine am Kopfschilde meist beweglich eingelenkte Platte, welche die Mundöffnung von oben bedeckt. Unterhalb der Oberlippe entspringen rechts und links die Mandibeln oder Oberkiefer, zwei stets *tasterlose* Kauplatten, welche jeglicher Gliederung entbehren, aber deshalb bei der Zerkleinerung der Nahrung um so kräftiger wirken. Complicirter sind die Unterkiefer oder Maxillen gebaut, welche bei ihrer Zusammensetzung aus zahlreichen Stücken eine zwar vielseitigere, aber schwächere Leistung beim Kaugeschäft übernehmen. Man unterscheidet an der Maxille ein kurzes

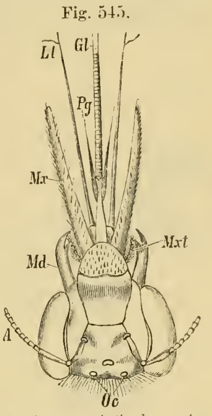
Basalglied *(cardo)*, einen Stiel oder Stamm *(stipes)* mit einem äusseren Schuppengliede *(squama palpigera)*, welchem ein mehrgliedriger Taster *(palpus maxillaris)* aufsitzt, ferner am oberen Rande des Stammes zwei zum Kauen dienende Platten als äussere und innere Laden *(lobus externus, internus)*. Die Unterlippe entspringt an der Kehle und ist als ein zweites Paar von Maxillen anzusehen, deren Theile in der Mittellinie an ihrem Innenrande verschmolzen sind. Selten bleiben alle Abschnitte des Unterkieferpaares an der Unterlippe nachweisbar, da mit der Verschmelzung in der Regel Verkümmerung und Ausfall gewisser Theile verbunden ist, indessen gibt es Fälle, welche diesen Nachweis vollständig gestatten *(Orthopteren)* (Fig. 544). Während die Unterlippe meist auf eine einfache Platte

Fig. 544.



Mundtheile einer *Blatta*, nach Savigny. *a* Kopf von vorne. *Oc* Ocellen, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Lippentaster. — *b* Oberlippe (Labrum *Lr*). — *c* Mandibel *(Md)*. — *d* Maxille. *C* Cardo, *St* Stipes, *L. in* Lobus internus, *L. ex* Lobus externus. — *e* Unterlippe deutlich aus zwei Hälften zusammengesetzt.

Fig. 545.



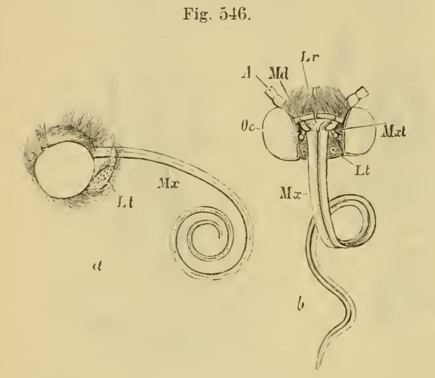
Mundtheile von *Anthophora retusa*, nach Newport. *A* Antennen, *Oc* Nebenaugen, *Md* Mandibeln, *Mx* Maxille, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Labialtaster, *Gl* Glossa, Zunge, *Pg* Paraglossae.

mit zwei seitlichen Lippentastern *(palpi labiales)* reducirt ist, unterscheidet man an der Unterlippe der Orthopteren ein unteres an der Kehle befestigtes Stück *(submentum)* von einem nachfolgenden, die beiden Taster tragenden Abschnitte, dem Kinn *(mentum)*, auf dessen Spitze sich die Lippe oder Zunge *(glossa)* zuweilen noch mit Nebenzungen *(paraglossae)* erhebt. Das Unterkinn entspricht nachweisbar den verschmolzenen Angelgliedern, das Kinn den verschmolzenen Stielen, die einfache oder zweispaltige Zunge den inneren Laden, die Nebenzungen den getrennt gebliebenen äusseren Laden. Mediane Hervorragungen an der inneren Fläche der Oberlippe und Unterlippe werden als *Epipharynx* und *Hypopharynx* unterschieden.

Im Gegensatze zu den kauenden oder beissenden Mundtheilen treten überall da, wo eine flüssige Nahrung aufgenommen wird, so auffallende Umformungen einzelner oder aller Mundtheile ein, dass erst der Scharfblick

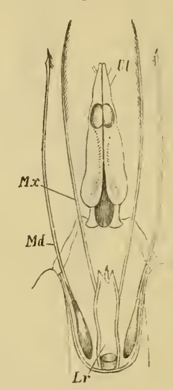
von Savigny ihre morphologische Uebereinstimmung nachzuweisen vermochte. Den *Beisswerkzeugen,* welche sich in den Ordnungen der *Coleopteren, Neuropteren* und *Orthopteren* finden, schliessen sich am nächsten die Mundtheile der *Hymenopteren* an, welche als leckende bezeichnet werden können (Fig. 545). Oberlippe und Mandibeln stimmen mit den Kauwerkzeugen überein. dagegen sind Maxillen und Unterlippe mehr oder minder beträchtlich verlängert und zum Lecken und Aufsaugen von Flüssigkeiten umgebildet. *Saugende* Mundwerkzeuge treten bei den *Lepidopteren* auf, deren Maxillen sich zu einem *Rollrüssel* zusammenlegen, während die übrigen Theile mehr oder minder verkümmern (Fig. 546). Die *stechenden* Mundtheile der *Dipteren* und *Rhynchoten* endlich besitzen ebenfalls einen meist aus der Unterlippe hervorgegangenen Saugapparat, aber zugleich stiletförmige Waffen, vermittelst deren sie sich Zugang zu den aufzusaugenden Nahrungsflüssigkeiten verschaffen (Fig. 547, 548). Als solche erscheinen sowohl die Mandibeln als die Unterkiefer, selbst Hypopharynx und Epipharynx in zahlreichen Modificationen verwendet. Da diese Stechwaffen aber auch vollständig verkümmern oder wenigstens functionsunfähig werden können, so begreift es sich, dass zwischen stechenden und saugenden Mundtheilen keine scharfe Grenze zu ziehen ist. Es gibt jedoch noch eine grosse Zahl von Modificationen saugender und stechender Mundtheile *(Phryganiden, Puliciden),* die noch durch abweichende Gestaltungsverhältnisse der Larvenmundtheile vermehrt werden *(Osmylus, Myrmeleo).* Nicht selten weichen dieselben dann, der Ernährungsweise entsprechend, von denen des Imago ab, und es vollzieht sich die Umwandlung während des Puppenlebens.

Fig. 546.



Mundtheile von Schmetterlingen, nach Savigny. *a* Von *Zygaena, b* von *Noctua. A* Antenne, *Oc* Augen, *Lr* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Labialtaster, in *b* abgeschnitten.

Fig. 547.

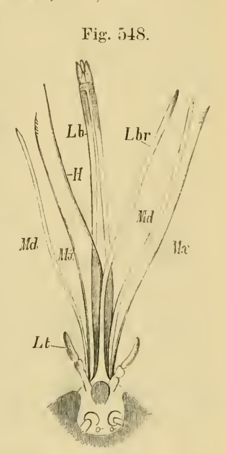


Mundtheile von *Nepa cinerea,* nach Savigny. *Lr* Oberlippe, *Ul* Unterlippe oder Rostrum, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille.

Der zweite Hauptabschnitt des Insectenleibes, der *Thorax,* verbindet sich mit dem Kopfe stets durch einen engen Halstheil und besteht aus drei

Segmenten, welche die drei Beinpaare und auf der Rückenfläche in der Regel zwei Flügelpaare tragen. Diese Segmente, *Prothorax*, *Mesothorax* und *Metathorax*, sind selten einfache hornige Ringe, sondern setzen sich in der Regel aus mehrfachen, durch Nähte verbundenen Stücken zusammen. Man unterscheidet zunächst an jedem Segmente Rückenplatte, Seitenstücke und Bauchplatte als *Notum*, *Pleurae* und *Sternum* und bezeichnet dieselben nach den drei Brustringen als *Pro-*, *Meso-* und *Metanotum*, *Pro-*, *Meso-* und *Metasternum*. Während die Seitenstücke in ein vorderes *(Episternum)* und ein hinteres Stück *(Epimerum)* zerfallen, hebt sich auf dem Mesonotum eine mediane dreieckige Platte als Schildchen *(Scutellum)* ab, auf welches nicht selten ein ähnliches, aber kleineres Hinterschildchen *(Postscutellum)* am Metanotum folgt. Die Art, wie sich die drei Thoracalabschnitte mit einander verbinden, wechselt nach den einzelnen Ordnungen. Bei den *Coleopteren*, *Neuropteren*, *Orthopteren* und vielen *Rhynchoten* bleibt der Prothorax frei beweglich, während die Vorderbrust in allen anderen Fällen als ein relativ kleinerer Ring mit dem nachfolgenden Segmente zu einem Abschnitte verschmilzt.

Fig. 548.

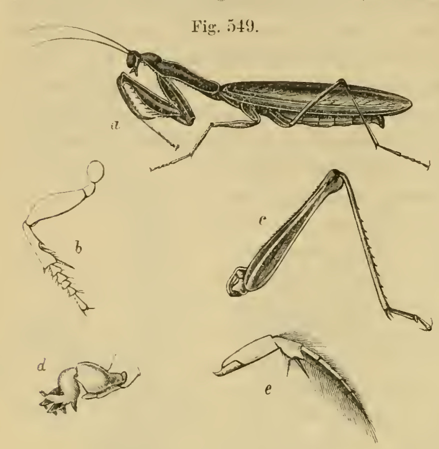


Mundtheile von *Culex nemorosus* ♀, nach Becher. *Lbr* Oberlippe, *Lp* Unterlippe (Rüssel), *Lt* Labialtaster, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *H* Hypopharynx (Stechborste).

An der Bauchfläche lenken sich drei Beinpaare in Ausschnitten des Hautpanzers, den sog. Hüftpfannen, zwischen Sternum und Pleurae ein. Mehr als irgend einer anderen Arthropodengruppe erscheinen die Glieder des Insectenbeines der Zahl und Grösse nach fixirt, so dass man fünf Abschnitte unterscheiden kann. Ein kugeliges oder walzenförmiges Coxalglied *(coxa)* vermittelt die Einlenkung und freie Bewegung der Extremität in der Gelenkpfanne. Diesem folgt ein zweiter, sehr kurzer Ring, der zuweilen in zwei Stücke zerfällt, in anderen Fällen mit dem nachfolgenden Abschnitte verschmilzt, der Schenkelring *(trochanter)*. Der dritte, durch Stärke und Umfang am meisten hervortretende Abschnitt ist der langgestreckte Schenkel *(femur)*, dem sich das dünnere, aber ebenfalls gestreckte, an der Spitze mit beweglichen Dornen bewaffnete Schienbein *(tibia)* anschliesst. Der letzte Abschnitt endlich, der Fuss *(tarsus)*, ist minder beweglich eingelenkt. Derselbe bleibt nur in seltenen Fällen einfach und wird in der Regel aus einer Reihe (meist fünf) hintereinander liegender Glieder zusammengesetzt, von denen das letzte mit beweglichen Krallen, Fussklauen, und wohl auch lappenförmigen Anhängen, Afterklauen, endet. Natürlich wechselt die specielle Gestaltung des Beines nach der Art der Bewegung und des besonderen Gebrauches mannigfach, so dass man Lauf-, Gang-, Schwimm-, Grab-, Sprung- und Raubbeine unterscheidet (Fig. 549). Bei den letzteren, welche nur die Vorder-

beine betreffen, werden Schienbein und Fuss wie die Klinge eines Taschenmessers gegen den Schenkel zurückgeschlagen *(Mantis, Nepa)*. Die Sprungbeine, zu welchen sich die hinteren Extremitäten gestalten, charakterisiren sich durch die kräftigen Schenkel *(Acridium)*, während als Grabbeine vorzüglich die vorderen Extremitäten zur Entwicklung kommen und an den breiten, schaufelartigen Schienen kenntlich sind *(Gryllotalpa)*. An den Schwimmbeinen sind alle Theile flach und dicht mit langen Schwimmhaaren besetzt *(Naucoris)*. Die Gangbeine endlich unterscheiden sich von den gewöhnlichen Laufbeinen durch die breite, haarige Sohle des Tarsus *(Lamia)*.

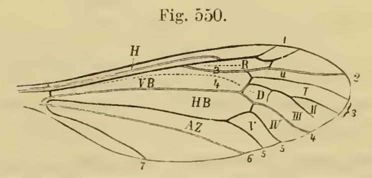
Fig. 549.



Beinformen (règne animal), *a Mantis* mit Raubbein, *b* Laufbein eines *Carabus*, *c* Sprungbein von *Acridium*, *d* Grabbein von *Gryllotalpa*, *e* Schwimmbein eines *Dytiscus*.

Die Flügel[1]), ihrem Ursprunge nach vielleicht aus Tracheenkiemen (Gegenbaur) ableitbar oder als seitliche Fortsätze der Rückenplatten (*Calotermes*, Fritz Müller) entstanden, beschränken sich durchweg auf das ausgebildete geschlechtsreife Insect, dem sie nur in verhältnissmässig seltenen Fällen fehlen. Dieselben heften sich an der Rückenfläche von Meso- und Metathorax zwischen Notum und Pleurae in Gelenken an. Die dem Mesothorax zugehörigen Flügel sind die *Vorderflügel*, die nachfolgenden des Metathorax die *Hinterflügel*. Ihrer Form und Bildung nach handelt es sich um dünne, flächenhaft ausgebreitete Platten, welche aus zwei am Rande continuirlich verbundenen, fest an einander haftenden Häuten bestehen und meist bei einer zarten, glasartig durchsichtigen Beschaffenheit von verschiedenen stark chitinirten Leisten, *Adern* oder *Rippen*, durchzogen werden (Fig. 550). Die Rippen nehmen einen bestimmten

Fig. 550.



Flügel von *Tipula*, nach Fr. Brauer. *H* Subcosta, *1* erste Längsader (Costa mediana), *2* Radialader (Radius oder Sector), *3* Cubitalader, *4* Discoidalader (oder Cubitus anticus), *5* Submediana (oder Cubitus posticus), *6* Analader (oder Postcosta), *7* Axillarader, *R* Randzelle, *U* Unterrandzelle, *D* Discoidalzelle, *I*—*V* Hinterrandzellen. *VB* vordere Basalzelle, *HB* hintere Basalzelle. *AZ* Analzelle.

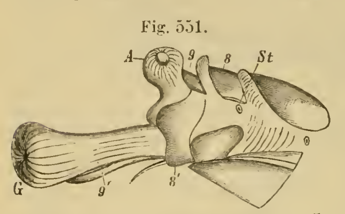
[1]) G. E. Adolph, Ueber Insectenflügel. Nova acta Leop. Carol. 1880.

und systematisch wichtigen Verlauf und sind Zwischenräume beider Flügelplatten mit stärker chitinisirter Umgebung, zur Aufnahme von *Blutflüssigkeit, Nerven* und besonders *Tracheen,* deren Ausbreitung dem Verlaufe der Flügeladern entspricht. Daher entspringen die letzteren durchweg von der Wurzel des Flügels aus mit zwei oder drei Hauptstämmen und geben besonders an der oberen Hälfte desselben ihre Aeste ab. Der erste Hauptstamm, welcher unterhalb des oberen Flügelrandes verläuft, heisst *Randrippe (Costa)* und endet oft mit einer hornigen Erweiterung, dem *Flügelpunkt.* Unterhalb derselben verläuft eine zweite Hauptader, *Radius,* und hinter derselben eine dritte, die *Hinterrippe, Cubitus,* welche selten einfach bleibt, sondern meist schon vor der Mitte gabelförmig in Aeste zerfällt, die sich häufig von Neuem spalten, so dass auf der oberen Hälfte des Flügels ein mehr oder minder complicirtes Maschenwerk von Feldern entsteht. Diese letzteren unterscheidet man wieder in *Randfelder* oder *Radialzellen* und in *Unterrandfelder* oder *Cubitalzellen.* Endlich kommen nicht selten noch eine oder mehrere untere Adern *(Analader, Axillarader)* hinzu. Auch Form und Beschaffenheit der Flügel zeigen mannigfache Modificationen. Die Vorderflügel können durch stärkere Chitinisirung der Substanz, wie z. B. bei den *Orthopteren* und *Rhynchoten,* pergamentartig werden, oder wie bei den *Coleopteren* eine feste, hornige Beschaffenheit erhalten und als Flügeldecken *(Elytra)* weniger zum Fluge als zum Schutze des weichhäutigen Rückens dienen. Grossentheils hornig, nur an der Spitze häutig, sind die Vorderflügel in der *Rhynchoten*gruppe der *Hemipteren,* während die Hinterflügel auch hier häutig bleiben. Behalten beide Flügelpaare eine häutige Beschaffenheit, so wird ihre Oberfläche entweder mit Schuppen dicht bedeckt *(Lepidopteren* und *Phryganiden),* oder sie bleibt nackt mit sehr deutlich hervortretender Felderung, welche sich nicht selten, wie bei den Netzflüglern *(Neuropteren),* zu einem dichten, netzartigen Maschenwerke gestalten kann. In der Regel ist die Grösse beider Flügelpaare verschieden, indem die Insecten mit pergamentartigen Vorderflügeln und mit halben oder ganzen Flügeldecken weit umfangreichere Hinterflügel besitzen, bei den Insecten mit häutigen Flügeln dagegen die Vorderflügel an Grösse meist bedeutend überwiegen. Indessen besitzen viele *Neuropteren* ziemlich gleichgrosse Flügelpaare, während bei den *Dipteren* die Hinterflügel zu Schwingkölbchen oder *Halteren* verkümmern. Auch gibt es in allen Insectenordnungen Beispiele von rudimentären Flügeln oder von gänzlichem Flügelmangel in beiden Geschlechtern oder nur in einem, meist im weiblichen, ausnahmsweise im männlichen Geschlechte; in allen diesen Fällen ist der Flügelmangel ein secundärer, wie überhaupt nur die *Thysanuren* als ursprünglich flügellose Formen zu betrachten sein dürften.

Der dritte Leibesabschnitt, der den grössten Theil der vegetativen Organe und die Organe der Fortpflanzung in sich einschliesst, ist der gestreckte und wohlsegmentirte Hinterleib, das *Abdomen.* Beim ausgebildeten

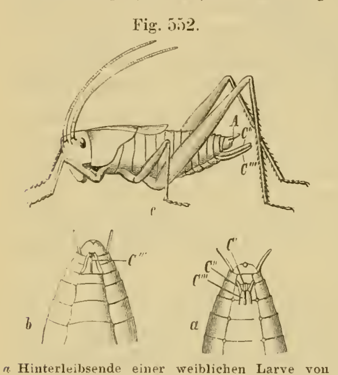
Insect gliedmassenlos, trägt derselbe sehr häufig im Larvenleben, ausnahmsweise auch am Geschlechtsthiere *(Japyx)* kurze Extremitäten. Die abdominalen Leibesringe sind von einander durch weiche Verbindungshäute deutlich abgegrenzt und setzen sich aus einfachen Rücken- und Bauchschienen zusammen, welche seitlich ebenfalls durch weiche, eingefaltete Gelenkhäute in Verbindung stehen. Ein solcher Bau gestattet dem Hinterleibe, welcher die Respirations- und Geschlechtsorgane in sich einschliesst, eine Erweiterung und Verengerung (bei der Respirationsbewegung, Schwellung der Ovarien). Sehr oft gewinnen die hinteren Segmente durch verschiedene, auf die Begattung und Eiablage bezügliche Anhänge eine besondere Gestaltung. Am letzten Bauchringe liegt gewöhnlich der After, während die Geschlechtsöffnung, von demselben gesondert, an der Bauchseite des vorausgehenden Segmentes mündet (Fig. 551). Terminale Anhänge treten als gegliederte Fäden, Reife etc. am Aftersegmente auf. Dagegen entspringen die appendices genitales, welche die „armure génitale“ bilden, an der Bauchseite in der Umgebung der Geschlechtsöffnung. Beim Männchen als Klappen, beim Weibchen in Form von Legebohrern und Legestacheln entwickelt, sind dieselben aus Imaginalscheiben (Wucherungen der Hypodermis) bei den *Hymenopteren* und Heuschrecken am achten (ein Paar) und neunten (zwei Paare) Abdominalsegmente hervorgegangen (Fig. 552). Die Legeröhren der *Dipteren* sind dagegen auf die eingezogenen hinteren Segmente zurückzuführen.

Fig. 551.



Hinterleibsende eines Käfers *(Pterostichus* ♂), nach Stein. *8*, *9* Rückenschienen, *8'*, *9'* Bauchschienen, *St* Stigma, *A* After, *G* Genitalöffnung.

Fig. 552.

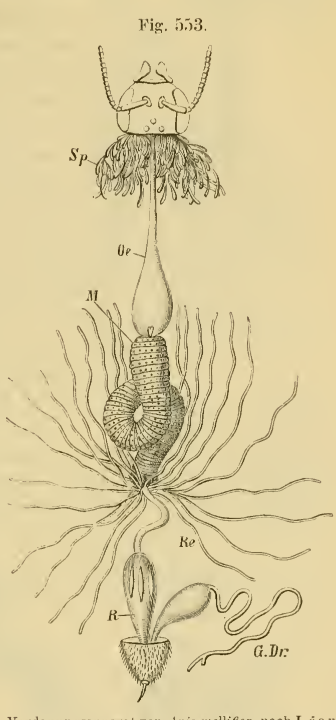


a Hinterleibsende einer weiblichen Larve von *Locusta* mit den Wärzchen der Legescheide und den Analgriffeln. *C'* und *C''* innere und äussere Wärzchen des vorletzten, *C'''* Wärzchen des drittletzten Segmentes. — *b* Etwas älteres Stadium. — *c* Nymphe. *A* After mit den Analgriffeln. Nach Dewitz.

Der von der Oberlippe überdeckte Mund führt meist in eine enge Speiseröhre, in deren vorderem, als Mundhöhle zu unterscheidendem Eingangsabschnitt ein oder mehrere Paare schlauchförmiger oder traubenförmiger Speicheldrüsen einmünden (Fig. 553). Bei zahlreichen saugenden Insecten erweitert sich das Ende der Speiseröhre in einen kurz gestielten, dünnhäutigen Sack, den *Saugmagen* (Fig. 556), bei anderen in eine mehr gleichmässige, als *Kropf* (Fig. 554) bekannte Auftreibung. Der auf den Oesophagus folgende, bald gerade gestreckte, bald mehrfach gewundene Darm verhält sich nach der Lebensweise ausser-

ordentlich verschieden und zerfällt überall wenigstens in einen längeren, die Verdauung besorgenden Mitteldarm *(Chylusmagen)* und in einen die Kothballen absondernden Enddarm. Die Zahl der Abschnitte kann übrigens auch eine grössere werden. Bei Raubinsecten, insbesondere aus den Ordnungen der *Coleopteren* und *Neuropteren,* schiebt sich zwischen Kropf und Chylusmagen ein *Vor-* oder *Kaumagen* von kugeliger Form und kräftiger, muskulöser Wandung ein, deren innere chitinige Cuticularbekleidung eine besondere Dicke gewinnt und mit stärkeren Leisten, Zähnen und Borsten besetzt ist (Fig. 554). Auch der Chylusmagen, an dessen Wandung sich vorzugsweise die verdauende Drüsenschicht entwickelt, zerfällt zuweilen in mehrfache Abschnitte, wie z. B. bei den Raubkäfern der vordere Theil des Chylusmagens durch zahlreiche hervorragende Blindsäckchen ein zottiges Aussehen erhält und sich von der nachfolgenden einfachen, engeren Darmröhre scharf abgrenzt. Auch können am Anfange des Chylusmagens grössere Blindschläuche nach Art von Leberdrüsen aufsitzen *(Orthopteren).* Der Afterdarm wird durch die Einmündung fadenförmiger Blindschläuche, der *Malpighi'schen Gefässe,* bezeichnet. Derselbe zerfällt meist in zwei, seltener drei Abschnitte, welche als *Dünndarm, Dickdarm* und *Mastdarm* unterschieden werden. Der letzte besitzt eine starke Muskellage und enthält in seiner Wandung vier, sechs oder mehr Längswülste, die sog. *Rectaldrüsen.* Zuweilen münden noch unmittelbar vor der am hinteren Körperpole gelegenen Afteröffnung die sog. *Analdrüsen* ein, deren Secret durch seine ätzende und übelriechende Beschaffenheit als Vertheidigungsmittel zu dienen scheint (Fig. 554). Ausnahmsweise nehmen Insecten ausschliesslich im Jugendzustande Nahrung auf und entbehren in der geflügelten geschlechtsreifen Form der Mundöffnung *(Ephemera);* wenige besitzen im Larvenzustande einen blindgeschlossenen, mit dem Enddarme nicht communicirenden Magen *(Hymenopteren*larven, *Pupiparen, Ameisenlöwe).*

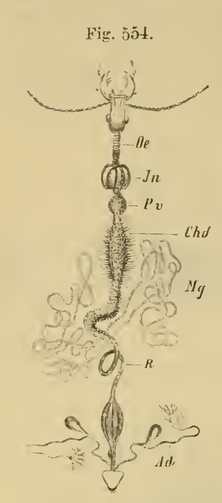
Fig. 553.



Verdauungsapparat von *Apis mellifica,* nach Léon Dufour. *Sp* Speicheldrüsen, *Oe* Oesophagus mit kropfartiger Erweiterung, *M* Chylusdarm, *Re* Malpighi'sche Gefässe, *R* Rectum mit den sog. Rectaldrüsen, *G. Dr* Giftdrüse.

Die bereits genannten *Malpighi'schen Gefässe* fungiren unzweifelhaft als Harn absondernde Organe. Auch scheiden dieselben gewisse, in das Blut aufgenommene Substanzen aus demselben wieder aus und verhalten sich (indem sie indigschwefelsaures Natron ausscheiden) wie die Schleifencanälchen der Antennen- und Schalendrüse der Krebse. Der von den grosskernigen Zellen der Wandung secernirte Inhalt hat meist eine braungelbliche oder weissliche Färbung und erweist sich als eine Anhäufung kleiner Körnchen und Concremente, welche grossentheils aus Harnsäure bestehen, auch wurden Krystalle von oxalsaurem Kalk und Taurin nachgewiesen. Die Zahl und Gruppirung der meist sehr langen und dann am Chylusdarme in Windungen zusammengelegten Fäden wechselt übrigens mannigfach. Während in der Regel vier oder sechs, seltener acht vielfach geschlängelte Harnröhren in den Darm einmünden, ist die Zahl derselben besonders bei den *Hymenopteren* und *Orthopteren* eine weit grössere; bei den letzteren kann ein gemeinsamer Ausführungsgang *(Gryllotalpa)* die Fäden zu einem Büschel vereinigen.

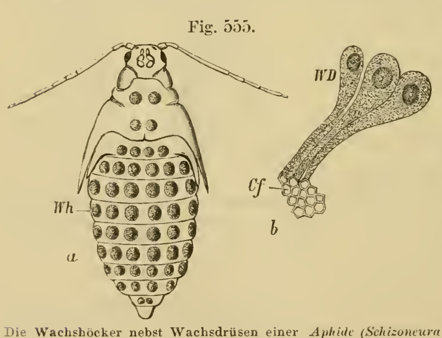
Fig. 554.



Darmcanal nebst Anhangsdrüsen eines Raubkäfers *(Carabus)*, nach Léon Dufour. *Oe* Oesophagus, *Jn* Kropf. *Pv* Vormagen, *Chd* Chylusdarm, *Mg* Malpighische Gefässe, *R* Rectum, *Ad* Analdrüsen mit Blase.

Als *Absonderungsorgane* sind die sog. *Glandulae odoriferae*, die *Wachsdrüsen, Spinndrüsen* und *Giftdrüsen* hervorzuheben. Die ersteren, zu denen auch die bereits erwähnten *Analdrüsen* (Fig. 554) gehören, liegen unter der Körperbedeckung und sondern meist zwischen den Gelenksverbindungen stark riechende Säfte ab. Bei den *Wanzen* ist es eine unpaare birnförmige Drüse im Metathorax, welche ihr Secret durch eine Oeffnung zwischen den Hinterbeinen austreten lässt und den berüchtigten Gestank verbreitet. Einzellige Hautdrüsen sind an verschiedenen Theilen des Insectenkörpers nachgewiesen worden und scheinen, den Talgdrüsen der Wirbelthiere vergleichbar, eine ölige, die Gelenke geschmeidig erhaltende Flüssigkeit abzusondern. Aehnliche als *Wachsdrüsen* zu bezeichnende Drüsenschläuche der Haut secerniren

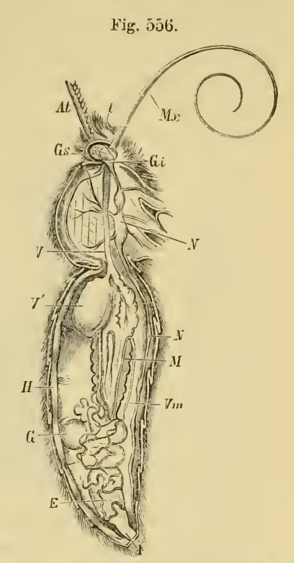
Fig. 555.



Die Wachshöcker nebst Wachsdrüsen einer *Aphide (Schizoneura Lonicerae)*. *a* Nymphe, vom Rücken aus gesehen. *Wh* Wachshöcker. — *b* Die einzelligen Wachsdrüsen *(WD)* unter den cuticularen Facetten *(Cf)* der Haut.

weissliche Fäden und Flocken, welche den Leib wie mit einer Art Puder oder Wolle umgeben (*Pflanzenläuse* etc.) (Fig. 555). *Spinndrüsen* kommen ausschliesslich bei Insectenlarven vor und dienen zur Verfertigung von Geweben und Hüllen. Diese Drüsen *(Sericterien)* sind als zwei mehr oder minder angeschwollene und langgestreckte Schläuche hinter dem Munde gelegen und einer besonderen Form von Speicheldrüsen gleichzustellen, denen sie auch in ihrer Structur nahestehen (Fig. 66). Die Larve des Ameisenlöwen hat ihr Spinnorgan an dem entgegengesetzten Körperende in der Wandung des vom Chylusdarm abgeschlossenen Mastdarmes. Die bei Hymenopteren-Weibchen vorkommenden *Giftdrüsen* bilden zwei einfache oder verästelte Schläuche, deren gemeinsamer Ausführungsgang zu einem blasenartigen Reservoir für die secernirte, Ameisensäure haltige Flüssigkeit anschwillt (Fig. 553). Das Ende desselben steht mit dem *Giftstachel* im Zusammenhang. In die Kategorie der Secretionsorgane dürften auch die bei *Thysanuren* vorkommenden Coxalsäckchen gehören, welche vorgestülpt und wieder eingezogen werden können (Fig. 557) und an die Coxalbläschen der Scolopendrellen erinnern. Endlich ist hervorzuheben, dass Zellengruppen am Pericard (Pericardialzellen) befähigt sind, gewisse Substanzen (Carmin) aus dem Blute auszuscheiden.

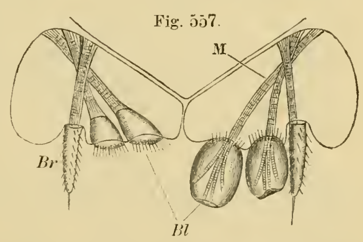
Fig. 556.



Längsdurchschnitt durch *Sphinx ligustri* nach Newport. *Mx* Maxillen (Rollrüssel), *t* Lippentaster, *At* Antenne, *Gs* Gehirn, *Gi* unteres Schlundganglion, *N* Ganglien der Brust und des Bauches, *V* Oesophagus, *V'* Saugmagen, *M* Mitteldarm, *Vm* Malpighi'sche Gefässe, *E* Enddarm, *A* After, *H* Herz oder Rückengefäss, *G* Hoden.

Die farblose oder grünliche Blutflüssigkeit enthält constant amöboide Blutzellen und bewegt sich in bestimmten Bahnen der Leibeshöhle. Die Vereinfachung des auf ein *Rückengefäss* beschränkten *Circulationsapparates* steht mit der reichen Verästelung der Respirationsorgane im Zusammenhange, welche als luftführende *Tracheen* nach allen Organen den Sauerstoff dem Blute zuführen. Das als *Rückengefäss* (Fig. 556) bekannte Herz verläuft in der Medianlinie des Abdomens und wird in zahlreiche, selten mehr als acht, bei den *Thysanuren* neun, den Seg-

Fig. 557.



Ein Bauchschild von *Machilis maritima* nach Oudemans. *Br* Beinrudimente, *Bl* vorstülpbare Bläschen, *M* Retractoren derselben.

menten entsprechende Kammern abgetheilt, welche mittelst dreieckiger Muskeln, Flügelmuskeln, an das Hautskelet der Rückenfläche befestigt sind. Durch ebensoviele Paare seitlicher Spaltöffnungen strömt das Blut während der Diastole der Kammern in das Rückengefäss ein, welches sich allmälig von hinten nach vorne zusammenzieht und das aufgenommene Blut in gleicher Richtung forttreibt. Die vorderste Kammer, welche bei den *Thysanuren* im Thorax liegt (Fig. 558), geht in eine mediane, bis zum Kopfe verlängerte Aorta über. Aus dieser ergiesst sich das Blut frei in den Leibesraum, um in vier Hauptströmen, zwei seitlichen, einem dorsalen unterhalb des Rückengefässes und einem ventralen oberhalb der Ganglienkette, unter Abgabe zahlreicher Nebenbahnen in die Extremitäten etc., nach dem Herzen zurückzufliessen. Nur ausnahmsweise finden sich vom Herzen ausgehende arterienartige Röhren zur Fortleitung des Blutes, z. B. in den Schwanzfäden der *Ephemera*larven. Bei den *Mallophagen,* sowie bei Dipterenlarven *(Chironomus, Ptychoptera)* erscheint das Herz vereinfacht und abweichend gestaltet.

Fig. 558.

C

Herz *(C)* und Aorta von *Japyx* nach Grassi.

Die *Respiration* erfolgt durch vielfach verzweigte *Tracheen*[1]), welche ihren Luftbedarf durch paarige, meist in den Gelenkshäuten der Segmente gelegene Spaltöffnungen, *Stigmen,* unter deutlichen Athembewegungen des Hinterleibes aufnehmen (Fig. 75). Die Zahl der Stigmen variirt überaus, doch sind selten mehr als zehn und weniger als zwei Paare vorhanden. Am Kopfe, sowie am letzten Hinterleibsringe fehlen dieselben stets. Am geringsten ist ihre Zahl bei wasserbewohnenden Larven von Käfern und Dipteren, welche nur zwei Stigmen, und zwar am Ende des Hinterleibes auf einer einfachen oder auch gespaltenen Röhre besitzen. Häufig kommen indessen noch zwei Spaltöffnungen am Thorax hinzu (Fig. 74). Auch einige Wasserwanzen, z. B. *Nepa, Ranatra* etc., tragen am Ende des Hinterleibes zwei lange, aus Halbcanälen gebildete Fäden, welche am Grunde zu zwei Luftlöchern führen. Solche Wasserwanzen können bei dieser Einrichtung ebenso wie Dipterenlarven mit emporgestreckter Athemröhre an der Oberfläche des Wassers Luft aufnehmen.

Die *Tracheen,* deren Lumen durch die feste, zu Spiralringen verdickte Chitinhaut der Wandung klaffend erhalten wird, sind stets mehr oder minder prall mit Luft gefüllt und daher von silberglänzendem Aussehen. Ihre innere Chitinhaut wird von einer äusseren Zellschichte erzeugt und bei den Häutungen während des Larvenlebens zugleich mit der äusseren Körperhaut abgestreift und erneuert (Fig. 559). Die nicht selten im Verlaufe der Tracheen auftretenden Erweiterungen, welche sich bei guten Fliegern, z. B. *Hymenopteren, Dipteren* etc., zu Luftsäcken von bedeutendem Umfange vergrössern und den

[1]) J. A. Palmén, Zur Morphologie des Tracheensystems. Helsingfors 1877.

Luftsäcken der Vögel functionell zu vergleichen sind, besitzen eine zartere, des Spiralfadens entbehrende Chitinhaut, collabiren daher leicht und setzen zu ihrer Füllung besondere Respirationsbewegungen voraus, welche besonders bei den verhältnissmässig schwerfälligen *Lamellicorniern* vor dem Emporfliegen bemerkbar sind. Dabei leistet der in den Stigmen angebrachte, oft durch Klappen vermittelte Tracheenverschluss wesentliche Dienste. Die Anordnung des Tracheensystems lässt sich in einfacher Weise aus dem Ursprung der Hauptstämme an den Stigmen ableiten. Jedes Stigma führt in einen Tracheenstamm, welcher zu den benachbarten Stämmen Querbrücken sendet und ein Büschel vielfach verzweigter Röhren an die Eingeweide ausstrahlen lässt. In der Regel entstehen auf diese Art zwei Seitenstämme, welche durch quere Verbindungsröhren communiciren und zahlreiche Nebenstämme nach den Organen entsenden (Fig. 560). Die feineren Verästelungen der Nebenstämme legen sich nicht nur äusserlich an die Eingeweide an, sondern durchsetzen dieselben theilweise und dienen zugleich zur Befestigung derselben. Als *Tracheenkiemen* werden blattförmige oder fadenartige, mit Tracheen versehene Anhänge des Körpers bezeichnet. Solche finden sich z. B. bei *Phryganiden* und den amphibiotischen *Pseudoneuropteren* (Fig. 561). Bei *Aeschna-* und *Libellula*larven liegen dieselben im Mastdarm, dessen Wandung durch seine kräftige Muskulatur zu einem regelmässigen Aus- und Einpumpen von Wasser befähigt ist.

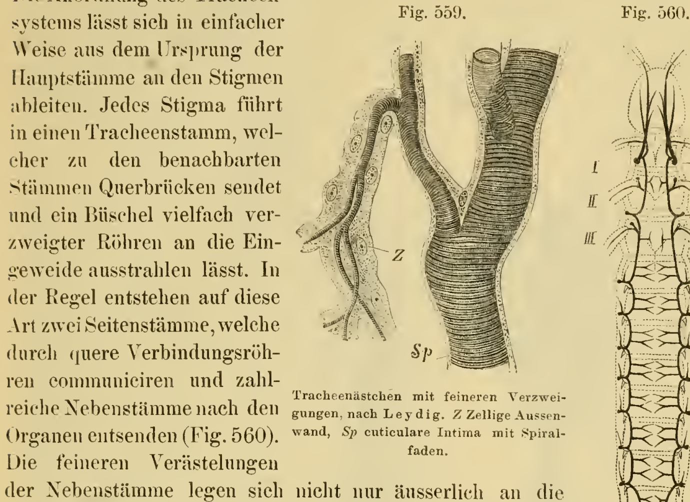


Fig. 559.

Tracheenästchen mit feineren Verzweigungen, nach Leydig. *Z* Zellige Aussenwand, *Sp* cuticulare Intima mit Spiralfaden.

Fig. 560.

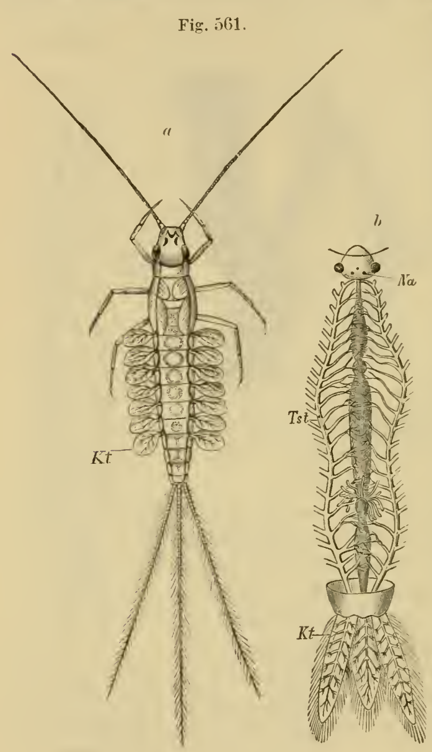
Tracheensystem von *Japyx*, nach Grassi. *I, II, III* die Thoracalsegmente, *1, 2—10* die Stigmen.

Zu der Respiration und auch zum Ernährungsprocess steht in der innigsten Beziehung der *Fettkörper*. Derselbe besteht aus fettartig glänzenden, meist gelblich gefärbten Lappen und Ballen, welche sowohl unter der Haut, als zwischen den Organen, besonders reich während der Larvenperiode, im Leibe ausgebreitet sind. Die Hauptbedeutung dieses Organs beruht auf seiner Verwendung beim Stoffwechsel. Als eine Ansammlung überflüssigen Nahrungsmateriales scheint derselbe sowohl zur Ernährung und Erzeugung von Wärme, als besonders während der Ausbildung des vollkommenen Insectes bei der Anlage neuer Körpertheile und zum Wachsthum der Geschlechtsorgane

verbraucht zu werden. Die Menge von Tracheen an den Fettzellen weist schon auf einen ausgedehnten Sauerstoffverbrauch und daher auf lebhaften Stoffumsatz hin, der vollends durch die häufige Ablagerung von stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten, insbesondere von Harnsäure, bewiesen wird.

Eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Fettkörper zeigen die *Leuchtorgane* der *Lampyriden*[1]) und verschiedener *Elateriden*. Dieselben sind zarte Platten, welche bei *Lampyris* an der Bauchfläche mehrerer Hinterleibssegmente liegen und theils aus blassen eiweissreichen, theils aus körnchenreichen, harnsäurehaltigen Zellen bestehen, zwischen denen sich Tracheen und Nerven in äusserst reicher Verzweigung ausbreiten. Die blassen Zellen setzen die untere ventrale Schichte der Platte zusammen, welche ausschliesslich leuchtet, und sind im Zusammenhange mit den überaus zahlreichen Tracheen-Endzellen als die thätigen Elemente anzusehen, deren Stoffumsatz unter dem Einflusse des zugeführten Sauerstoffes, in gewisser Abhängigkeit vom Nervensystem, die bekannten Lichterscheinungen hervorruft. Die obere, nicht leuchtende Schicht der Platten enthält in ihren Zellen eine dichte Häufung lichtbrechender Körnchen, welche nach Kölliker aus harnsauren Verbindungen, den Endproducten des die Lichterscheinungen bedingenden Stoffwechsels, bestehen.

Fig. 561.



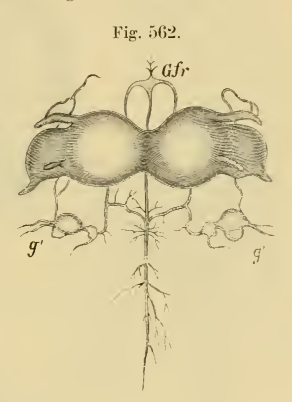
a Larve einer Eintagsfliege mit sieben Doppelpaaren von Tracheenkiemen *(Kt)*, unter Lupenvergrösserung. Nur ein Blättchen ist an jedem Paare dargestellt. *b* Tracheensystem einer *Agrion*-Larve, nach L. Dufour. *Tst* Tracheenlängsstämme, *Na* Nebenaugen.

Das *Nervensystem* der Insecten zeigt eine ebenso hohe Entwicklung als mannigfaltige Gestaltung, und es finden sich alle Uebergänge von einer lang-

[1]) Ausser den Arbeiten von Kölliker, M. Schultze und Owsjannikow vergl. H. v. Wielowiejski, Studien über die Lampyriden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXXVII, 1882.

gestreckten, etwa zwölf Ganglienpaare enthaltenden Bauchkette bis zu einem einheitlichen Brustknoten (Fig. 104 und 105). Das im Kopfe gelegene Gehirn (obere Schlundganglion) erlangt einen bedeutenden Umfang und bildet mehrere Gruppen von Anschwellungen, die sich vornehmlich stark bei den psychisch am höchsten stehenden Hymenopteren ausprägen. Dasselbe entsendet die Sinnesnerven, wie es auch als Sitz des Willens und der psychischen Thätigkeiten erscheint. Das untere Schlundganglion versorgt die Mundtheile mit Nerven und entspricht den verschmolzenen Ganglien der drei Kiefersegmente. Die Bauchkette, welche mit ihren Seitennerven dem Rückenmarke und dessen Spinalnerven verglichen worden ist, bewahrt die ursprüngliche gleichmässige Gliederung bei den meisten Larven, und ist am wenigsten verändert bei den Insecten mit freiem Prothorax und langgestrecktem Hinterleibe. Hier bleiben nicht nur die drei grösseren Thoracalganglien, welche die Beine und Flügel mit Nerven versehen und oft noch durch die vorderen Abdominalganglien verstärkt werden, sondern auch eine grössere Zahl von Abdominalganglien gesondert. Von diesen letzteren zeichnet sich stets das letzte, welches aus der Verschmelzung mehrerer Ganglien entstanden ist und zahlreiche Nerven an den Ausführungsgang des Geschlechtsapparates und an den Mastdarm entsendet, durch eine bedeutende Grösse aus. Die allmälig fortschreitende, auch während der Entwicklung der Larve und Puppe zu verfolgende [1]) Concentrirung des Bauchmarkes ergibt sich sowohl aus der Zusammenziehung der Abdominalganglien, als aus der Verschmelzung der Brustganglien, von denen zuerst die des Meso- und Metathorax zu einem hinteren grösseren Brustknoten und dann auch mit dem Ganglion des Prothorax zu einer gemeinsamen Brustganglienmasse zusammentreten. Vereinigt sich endlich mit dieser auch noch die verschmolzene Masse der Hinterleibsganglien, so ist die höchste Stufe der Concentration, wie sie sich bei *Dipteren* und *Hemipteren* findet, erreicht.

Fig. 562.



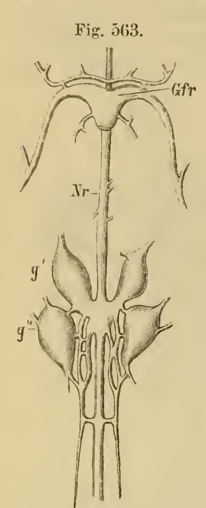
Gehirn und Schlundnervenganglion von *Sphinx ligustri*, nach Newport. *Gfr* Ganglion frontale, *g'* die Ganglien der paarigen Schlundnerven.

Das *Eingeweidenervensystem* zerfällt in das System der Schlundnerven und in den eigentlichen *Sympathicus*. An jenem unterscheidet man einen unpaaren und paarige Schlundnerven. Der erstere entspringt mit zwei Wurzeln an der Vorderfläche des Gehirns oder an der Schlundcommissur und bildet an der vorderen Vereinigung jener das *Ganglion frontale*, von welchem Nerven nach der Oberlippe und dem Oesophagus gehen und ein stärkerer hinterer

[1]) Vergl. besonders die zahlreichen Abhandlungen von Ed. Brandt, Ueber die Metamorphose des Nervensystems der Insecten. Horae Soc. Entom. Ross.

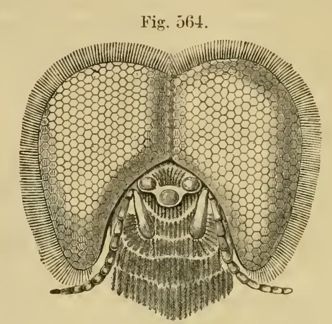
Nerv (N. recurrens) unter dem Gehirne hindurch an der dorsalen Wand der Speiseröhre zahlreiche feine Nervengeflechte in der Muskelhaut desselben abgibt (Fig. 562 und 563). Die paarigen Schlundnerven entspringen jederseits an der hinteren Fläche des Gehirns und schwellen zur Seite des Schlundes in meist umfangreichere Ganglien an, welche ebenfalls die Schlundwandung mit Nerven versehen. Bei *Blatta* bildet der paarige Theil des Sympathicus zwei Ganglienpaare, welche untereinander und mit dem N. recurrens in Verbindung stehen und auch Zweige an die Speicheldrüsen abgeben (Fig. 563). Als eigentlichen Sympathicus betrachtet man ein System von blassen Nerven, welche zuerst Newport als *nervi respiratorii* oder *transversi* beschrieb. Dieselben zweigen sich in der Nähe eines Ganglions der Bauchkette von einem medianen, zwischen den Längscommissuren verlaufenden Nerven ab, welcher in dem Ganglion wurzelt und zuweilen ein kleines sympathisches Ganglion bildet. Nach ihrer Trennung erzeugen sie abermals seitliche Ganglien, deren Nerven in die Seitennerven der Bauchkette eintreten, von diesen aber nachher sich wieder absondern und unter Bildung von Geflechten die Tracheenstämme und Muskeln der Stigmen versorgen.

Fig. 563.



Sympathicus von *Blatta* nach Hofer. *Gfr* Ganglion frontale, die Nervenwurzeln desselben an der Commissur, *Nr* Nervus recurrens, *g'*, *g''* die paarigen Ganglien.

Fig. 564.



Der Kopf einer Drohne von der Stirnfläche gesehen, mit den Facettenaugen, den drei Ocellen und Antennen, nach Swammerdam.

Von den *Sinnesorganen*[1]) nehmen die *Augen* die höchste Stellung ein. Die unicornealen Punktaugen *(Ocelli)* treten vorzugsweise im Larvenleben auf, finden sich indessen auch oft in zwei- oder dreifacher Zahl auf der Scheitelfläche des ausgebildeten Insectes (Fig. 116, 564). Wahrscheinlich vermitteln dieselben überhaupt keine oder doch sehr undeutliche Bilder aus unmittelbarer Nähe und sind wenigstens zum Theil nur Richtungsaugen für

[1]) Vergl. ausser v. Siebold insbesondere Fr. Leydig, Zum feineren Bau der Arthropoden, sowie Geruchs- und Gehörorgan der Krebse und Insecten. Müller's Archiv, 1855 und 1860. H. Grenacher, Untersuchungen über das Sehorgan der Arthropoden. Göttingen 1879. V. Graber, Die tympanalen Sinnesorgane der Orthopteren. Wien 1875. Derselbe, Ueber neue otocystenartige Sinnesorgane der Insecten. Arch. für mikrosk. Anatomie, Tom. XVI. Ueber das unicorneale Tracheatenauge. Ebend. Tom. XVII. Die chordotonalen Organe und das Gehör der Insecten. Ebenda, Tom. XX und XXI, 1882.

Lichtperception. Die Facettenaugen gehören vornehmlich dem ausgebildeten Insecte an. Dieselben nehmen die Seitenflächen des Kopfes ein und erlangen oft im männlichen Geschlechte einen solchen Umfang, dass sie in der Mittellinie am Scheitel zusammenstossen (Fig. 564). Wenn dieselben auch nicht die Beweglichkeit besitzen, welche den facettirten Stielaugen der Decapoden und Stomatopoden eine so rasche und ausgiebige Veränderung des Gesichtsfeldes gestattet, so dürften sie doch, was Helligkeit und Specification des Bildes anlangt, jenen nicht nachstehen. Abgesehen von den Verschiedenheiten, die in der Gestaltung der Corneafacetten auftreten, bietet vornehmlich das Verhalten der Krystallkegel mannigfache Abweichungen. Meist sind dieselben wohl ausgebildet (*eucone* Augen) und dann nur selten mit den Facetten verwachsen (*Lampyris*). In anderen Fällen sind die Krystallkegel durch ein flüssiges, lichtbrechendes Medium vertreten (*pseudacone Augen*), oder es sind nur die Krystallzellen vorhanden, ohne einen Kegel ausgeschieden zu haben (*acone* Augen). Ein besonderes Interesse nehmen die Pigmentzellen in Anspruch, welche die Krystallkegel oder deren Aequivalente umlagern, und deren Pigment sich, wie es scheint, unter dem Einfluss intensiver Lichtwirkung nach hinten ausbreitet, im Dunkeln aber wieder nach vorne zurückzieht. Wenn nach Joh. Müller's Lehre vom musivischen Sehen des Facettenauges das Zustandekommen eines aufrechten, wenn auch lichtschwachen Bildes im Innern des Auges noch häufig in Zweifel gezogen wurde, so konnte dasselbe in jüngster Zeit durch directe Beobachtung[1]) erwiesen werden. Indessen erfuhr die Lehre Müller's insofern eine wesentliche Aenderung, als bei der Perception eines jeden Lichtpunktes eine Anzahl von Krystallkegeln betheiligt ist und in Folge der Lichtbrechung also ein dioptrisches, aber aufrechtes Bild zu Stande kommt.

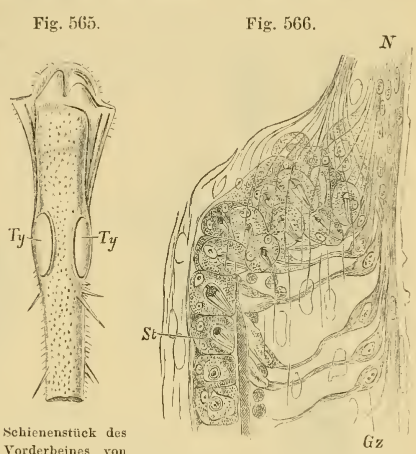


Fig. 565. Schienenstück des Vorderbeines von *Locusta viridissima*, nach V. Graber. *Ty* Trommelfell nebst Deckel.

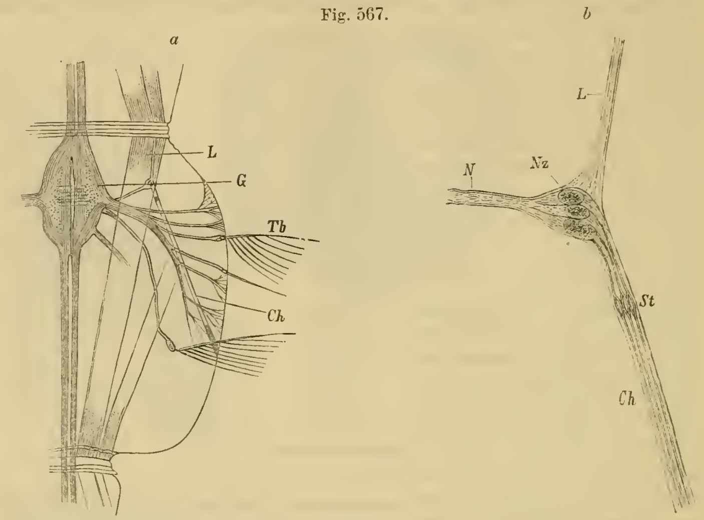
Fig. 566. Ein Stück des Nervenendapparates in der Vorderschiene von *Locusta viridissima*, nach V. Graber. *N* Nerv, *Gz* Ganglienzelle, *St* Stifte in den Endzellen.

Otolithenblasen sind bei Insecten nicht nachgewiesen. Da aber die Fähigkeit der Schallempfindung für zahlreiche und insbesondere für diejenigen Insecten, welche Töne hervorbringen, kaum bezweifelt werden kann, wird man bei diesen auch das Vorhandensein von Organen für die Perception von

[1]) Vergl. S. Exner, Das Netzhautbild des Insectenauges, sowie: Durch Licht bedingte Verschiebungen des Pigmentes im Insectenauge etc. Sitzungsb. k. Akad. der Wiss. Wien 1889.

Schalleindrücken voraussetzen müssen. In der That hat man bei den springenden Orthopteren (tympanale) Apparate nachweisen können, welche wahrscheinlich als akustische zur Empfindung der Schallwellen dienen. Bei den *Acridiern* liegen dieselben an den Seiten des ersten Abdominalsegments dicht hinter dem Metathorax (Fig. 542 *T*), bei den *Grylliden* und *Locustiden* in den Schienen der Vorderbeine dicht unter dem Gelenke des Oberschenkels (Fig. 565). Hier erweitert sich ein Tracheenstamm zwischen zwei seitlichen Membranen zu einer Blase, an welcher die mit sogenannten Nervenstiften versehenen Sinneszellen eines aus dem ersten Brustganglion entspringenden Nerven ausgebreitet

Fig. 567.



a Körpersegment der *Corethra*-Larve mit dem chordotonalen Organ, nach V. Graber. *G* Ganglion der Bauchkette, *N* Nerv des saitenartig ausgespannten Stranges *(Ch)*, *L* Ligament, *Tb* Tastborste. *b* Das chordotonale Organ stärker vergrössert. *St* Nervenstifte in der Saite (*Ch*), *Nz* Nervenzellen, in welche der Nerv anschwillt.

liegen. Mit jeder wohl als Hypodermiszelle entstandenen Sinneszelle soll eine Ganglienzelle (Fig. 566 *Gz*) in Verbindung stehen, und es ist wahrscheinlich, dass der Nervenstift selbst, welcher in seiner Axe den nervösen Endfaden (Axenfaden) umschliesst, als innere Cuticularabscheidung der Endzelle (Ectodermzelle) hervorgegangen ist und einer äusseren Sinnesborste entspricht.

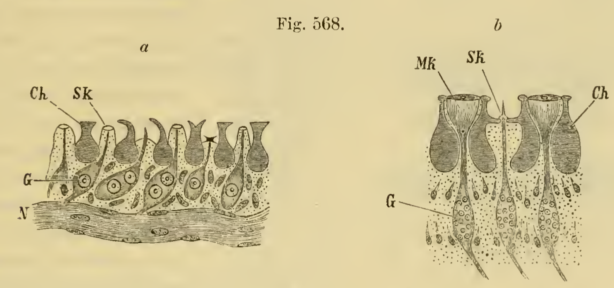
Auch in den Beinen anderer Insecten, z. B. *Blatta, Anisopteryx, Lasius,* wurden ähnliche, wenn auch einfacher gestaltete Organe (Fig. 115) aufgefunden. Wahrscheinlich haben alle diese Organe ihrer Entstehung und Bedeutung nach eine Beziehung zu den sogenannten Chordotonalorganen, deren weite Verbreitung unter den Insecten von V. Graber nachgewiesen wurde. Es sind saitenartig ausgespannte Stränge, an welche ein Nerv mit mehreren Ganglienzellen herzutritt. Aus diesen entspringen zarte Axenfäden, welche im Innern

je eines Nervenstiftes in dem Strang verlaufen (Fig. 567 *a, b*). Der letztere dürfte aus einer modificirten Hypodermiszelle (Sinneszelle) entstanden sein.

Verwandte, unter Porengruppen ebenfalls mit Nervenstiften endende Sinnesorgane wurden im Hinterflügel der Käfer und in den Halteren der Fliegen nachgewiesen, ferner wurden Endorgane mit Nervenstiften in den Nerven der Antennen, Palpen und Beine aufgefunden.

Die *Tastorgane* scheinen vornehmlich durch äussere, mit Nerven in Verbindung stehende Cuticularanhänge an den Antennen und Palpen, aber auch in den Beinen und an der Oberfläche des Körpers vermittelt zu werden. Nicht scharf von den Tastborsten abzugrenzen sind die an den Fühlern und Palpen verbreiteten Kegel und Zapfen, in deren Innerm ein axialer Endfaden einer oder mehrerer unterliegenden Ganglienzellen endet. Diese hat man mit Leydig als Träger der Geruchsfunction gedeutet, auf deren Vorhandensein schon der Nachweis eines ausgebildeten Spürvermögens bei vielen Insecten

Fig. 568.



a Durchschnitt durch eine Antennenlamelle des Maikäfers, nach O. vom Rath. *N* Nerv, *Ch* Chitinhaut, *G* Ganglienzellen der in den Gruben befindlichen Sinneskegel *(Sk)*, *b* Schnitt durch die Antenne von *Cetonia aurata*. *Mk* Membrancanal.

hinweist. Auch kann als Thatsache gelten, dass die Oberfläche der Antennen der Sitz des Geruches ist. Während man früher nach dem Vorgange Erichson's die zahlreichen Gruben, welche sich z. B. an den blattförmigen Fühlern der *Lamellicornier* finden, als Geruchsgruben deutete, wird man die in solchen Gruben eingerückten Kegel und Zapfen, welche einen mit Ganglienzellen verbundenen nervösen Axenfaden enthalten, für die Spür- oder Geruchsorgane halten (Fig. 568 *a, b*).

Auch der *Geschmacksinn* [1]) fehlt den Insecten keineswegs und scheint vornehmlich durch cuticulare, mit Nervenzellen im Zusammenhang stehende Erhebungen am Grunde der Unterlippe vermittelt zu werden. Bei den Hymenopteren wurden am Grunde der Zunge, sodann an der Spitze derselben und auf der Unterseite der Maxillen Gruppen von kleinen Gruben nachgewiesen. Die letzteren umschliessen einen kleinen Chitinkegel, dessen Axe von

[1]) Fr. Will, Das Geschmacksorgan der Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XLII, 1885. Otto vom Rath, Ueber die Hautsinnesorgane der Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. 46, 1885.

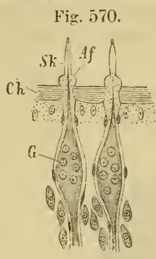
einem zarten Nerven, dem Ausläufer einer unterliegenden Ganglienzelle, eingenommen wird (Fig. 570). Vielleicht dient auch das mächtig entwickelte Sinnesorgan am sog. Gaumensegel der Honigbiene, welches ohne ausreichenden Grund als Geruchsorgan gedeutet wurde, zur Vermittlung des Geschmackes. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass ähnliche Sinneskegel an den sog. Labialkissen der Dipteren die Geschmacksempfindung vermitteln, die überhaupt eine weit verbreitete zu sein scheint.

Die beiderlei Geschlechtsorgane der Insecten sind durchweg auf verschiedene Individuen vertheilt und correspondiren in ihren Abschnitten und in ihrer Lage, sowie hinsichtlich ihrer Ausmündung an der Bauchseite des hinteren Körperendes. Hoden und Ovarien führen in paarige Leitungswege mit unpaarem, ursprünglich paarigem *(Ephemeriden)*[1] Endabschnitt (Fig. 127). Die Anlage der Geschlechtsorgane lässt sich sehr weit in der embryonalen Entwicklung zurück verfolgen, ihre Ausbildung erfolgt indessen erst in der letzten Zeit des Larvenlebens, oder bei den Insecten mit vollkommener Metamorphose während des Puppenzustandes. Selten unterbleibt die volle Ausbildung und Reife der Geschlechtsorgane, wie bei den zur Fortpflanzung unfähigen sog. *geschlechtslosen* Hymenopteren (Arbeitsbienen, Ameisen) und Termiten.

Fig. 569.

Stück eines Längsschnittes der Antenne von *Gomphocerus rufus*. *Ch* Chitinhaut, *Sk* Sinneskegel, *Sg* Sinnesgrube, *G* Ganglion, *N* Nerv, nach O. vom Rath.

Fig. 570.



Sinneskegel (*Sk*) der Zungenspitze von *Vespa vulgaris*, *Af* Axenfaden, nach O. vom Rath.

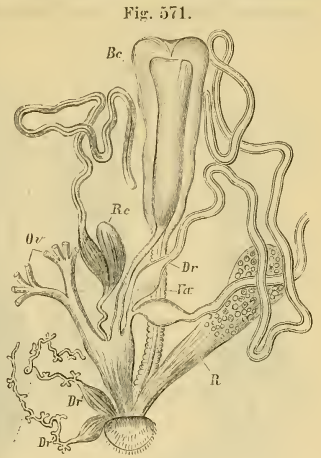
Männchen und Weibchen unterscheiden sich auch durch äusserliche mehr oder minder tiefgreifende Abweichungen zahlreicher Körpertheile, welche zuweilen zu einem ausgeprägten Dimorphismus der Geschlechter führen. Fast durchweg sind die Männchen schlanker gebaut, sowie leichter und rascher beweglich. Sie besitzen grössere Augen und Fühler und eine lebhaftere, mehr in die Augen fallende Färbung. In Fällen eines ausgeprägten Dimorphismus bleiben die Weibchen flügellos und der Form der Larve genähert *(Cocciden, Psychiden, Strepsipteren, Lampyris)*, während die Männchen Flügel tragen.

An den weiblichen Geschlechtsorganen unterscheidet man die paarigen *Ovarien* und *Tuben* oder *Eileiter*, den unpaaren *Eiergang*, die *Scheide* und die *äusseren Geschlechtstheile*. Die ersteren sind röhrenartig verlängerte Schläuche, in denen die Eier ihren Ursprung nehmen und, von dem blinden Ende nach der Mündung in die Tuben zu an Grösse wachsend, in einfacher Reihe perlschnurartig hintereinander liegen (Fig. 127 *a*). Die Anordnung dieser Eiröhren wechselt ausserordentlich und führt zur Entstehung einer ganzen Reihe ver-

[1]) J. A. Palmén, Die Geschlechtsorgane der Ephemeriden. Helsingfors 1884.

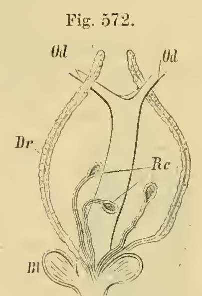
schiedener Ovarialformen. Auch ist die Zahl derselben höchst verschieden, am geringsten bei einigen *Rhynchoten* und den *Schmetterlingen*, welche letztere jederseits nur vier, freilich sehr lange Eiröhren besitzen. Nach unten laufen jederseits die Eiröhren kelchartig *(Eierkelch)* in den erweiterten Anfangstheil des *Eileiters* zusammen, welcher sich mit dem der entgegengesetzten Seite zur Bildung eines medianen *Eierganges* vereinigt. Das untere Ende des letzteren repräsentirt die *Scheide* und nimmt in der Nähe der Geschlechtsöffnung häufig die Ausführungsgänge besonderer Kitt- und Schmierdrüsen *(Glandulae sebaceae)* auf, deren Secret zur Umhüllung und Befestigung der abzusetzenden Eier dient. Ausser diesen Drüsen ist der unpaare Ausführungsgang des Geschlechtsapparates sehr allgemein mit einem in einfacher oder auch in mehrfacher Zahl auftretenden, meist gestielten *Receptaculum seminis* ausgestattet, in welchem die während der Begattung häufig in Form von *Spermatophoren* aufgenommene Samenmasse unter dem Einflusse des Secretes einer Anhangsdrüse längere Zeit, zuweilen Jahre lang, befruchtungsfähig bleibt (Fig. 571 u. 572). Unterhalb des Samenbehälters sondert sich zuweilen von der Scheide eine grössere taschenartige Aussackung, die Begattungstasche *(Bursa copulatrix)*, ab, welche die Function der Scheide übernimmt. Bei den Schmetterlingen leitet ein besonderer Gang das Sperma der hier getrennt ausmündenden Bursa zum Receptaculum (Fig. 571).

Fig. 571.



Weibliche Geschlechtsorgane von *Vanessa urticae*, nach Stein. *Ov* Die unteren Enden der abgeschnittenen Ovarialröhren, *Rc* Receptaculum seminis nebst Anhangsdrüse, *Va* Vagina, *Bc* Bursa copulatrix mit Gang zum Oviduct, *Dr* Glandulae sebaceae, *Dr'* Drüsenanhänge, *R* Rectum.

Fig. 572.

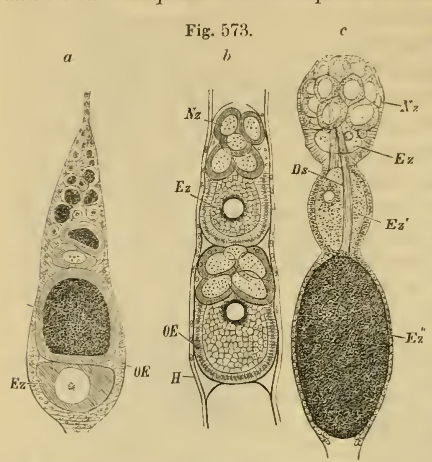


Ausführender Abschnitt der weiblichen Geschlechtsorgane von *Musca domestica* nach Stein. *Od* Oviduct, *Rc* die drei Receptacula seminis, *Dr* Anhangsdrüse der Vagina, *Bl* blindsackförmige Nebenschläuche.

Die Bildungsstätte der Eizellen ist das verjüngte, häufig in einen dünnen Faden verlängerte Endstück der Eiröhre, von welchem sowohl das Wachsthum der Eiröhre, als die Differenzirung ihres Inhalts in Eizellen und Ovarialepithel ausgeht. Nach dem Eierkelch zu nimmt die Ovarialröhre continuirlich an Durchmesser zu, entsprechend der allmäligen Grössenzunahme, welche die im Lumen der Röhre perlschnurartig aneinander gereihten Eier erfahren. Jedes Ei erfüllt eine Kammer und erhält hier eine hartschalige Eihaut *(Chorion)*, welche als Cuticularbildung von dem die

Kammerwand auskleidenden Epithel ausgeschieden, in ihrer Sculptur die Besonderheiten des Epithels zum Abdruck bringt. Diesem z. B. bei *Pulex* und vielen *Neuropteren* und *Orthopteren* zu beobachtenden Typus gegenüber zeichnet sich ein zweiter Ovarialröhrentypus durch eine complicirtere Gestaltung der Eikammern aus, indem oberhalb des Eies eine einzige *(Forficula)* oder eine ganze Gruppe von Dotterbildungszellen (Nährzellen) liegen, welche auch eine besondere kammerartige Auftreibung bilden können, so dass an der Eiröhre Dotterkammern und Eikammern regelmässig alterniren (Fig. 573 *a* und *b*). In seltenen Fällen *(Aphiden)* entwickelt sich am Terminalstück der Eiröhre ein gemeinsames grösseres Fach von Nährzellen, welche gruppenweise durch „Dotterstränge" mit den abwärts folgenden Eikammern in Verbindung stehen (Fig. 573).

Fig. 573.



a Eiröhre von *Forficula*. *Nz* Nährzelle, *Ez* Eizelle, *OE* Epithel der Eiröhrenwand. — *b* Mittelstück von einer Eiröhre der Spindelbaummotte, *Nz* Nährzellen des Dotterfaches, *Ez* Eizelle im Keimfache, *H* bindegewebige Umhüllungshaut, sog. Serosa. — *c* Eiröhre von *Aphis platanoides* mit drei Eifächern (*Ez*—*E''*) und dem terminalen Dotterfach. *Nz* Nährzellen desselben, *Ds* Dotterstränge.

Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus paarigen *Hoden* und deren Samenleitern, aus einem gemeinsamen *Ductus ejaculatorius* und dem äusseren Begattungsorgan (Fig. 574 u. 127 *b*). Die Hoden bestehen aus Blindschläuchen, welche jederseits in einfacher oder vielfacher Zahl auftreten und, oft knäuelartig zusammengedrängt, einen scheinbar compacten lebhaft gefärbten Körper darstellen. Auch können sich dieselben zu einem unpaaren Organe in der Medianlinie verbinden *(Lepidoptera)* (Fig. 556). Die Hodenröhrchen setzen sich jederseits in einen meist geschlängelten Ausführungsgang *(Vas deferens)* fort, dessen unteres Ende beträchtlich erweitert und selbst blasenförmig *(Samenblase)* aufgetrieben sein kann. An der Vereinigungsstelle beider Samenleiter zu dem gemeinschaftlichen muskulösen Ductus ejaculatorius ergiessen in den letzteren häufig ein oder mehrere Drüsenschläuche ihr Secret, welches die

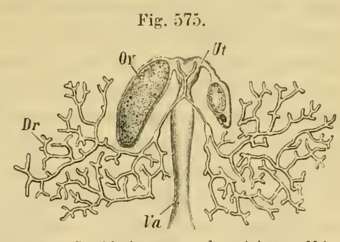
Fig. 574.



Männliche Geschlechtsorgane des Maikäfers, nach Gegenbaur. *T* Hoden, *Vd* erweiterter Abschnitt des Samenleiters, *Dr* gewundene Anhangsdrüsen.

Samenballen mit einer Hülle umgibt. Die Ueberführung der Spermatophoren in den weiblichen Körper wird durch eine hornige, das Ende des Ductus ejaculatorius umfassende Röhre oder Rinne vermittelt. Diese liegt in der Ruhe meist in den Hinterleib eingezogen und wird beim Hervorstülpen von äusseren Klappen oder Zangen scheidenartig umfasst. Nur ausnahmsweise *(Libellen)* liegen die zur Uebertragung des Spermas dienenden Begattungswerkzeuge, ähnlich wie bei den männlichen Spinnen, von der Geschlechtsöffnung entfernt an der Bauchseite des zweiten, blasig aufgetriebenen Abdominalsegments.

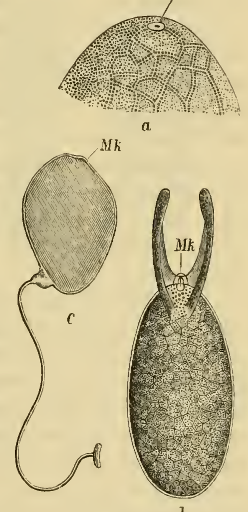
Fig. 575.



Weibliche Geschlechtsorgane des viviparen *Melophagus ovinus* (Pupipare), nach R. Leuckart. *Ov* Ei in der Ovarialröhre der einen Seite. *Ut* Uterus, *Dr* die in denselben einmündenden Drüsen, *Va* Vagina.

Die Insecten sind fast durchwegs ovipar und nur wenige, wie die *Tachinen*, einige *Oestriden* und *Pupiparen* etc., sind lebendig gebärend. In der Regel werden die Eier vor Beginn der Embryonalentwicklung kurz nach der Befruchtung, selten mit bereits fertigem Embryo abgelegt. Im letzteren Falle vollziehen sich die Vorgänge der Furchung und Embryonalbildung im Innern der Vagina (Fig. 575). Die Befruchtung des Eies erfolgt meist während seines Durchgleitens durch den Eiergang an der Mündungsstelle des *Receptaculum seminis.* Da die Eier bereits in den Eiröhren mit einem hartschaligen Chorion umgeben werden, müssen besondere Vorrichtungen bestehen, welche den Eintritt der Samenfäden und die Befruchtung möglich machen. Als solche finden sich eine oder zahlreiche Poren *(Mikrophylen)* [1]) am oberen, beim Durchgleiten des Eies nach dem blinden Ende der Eiröhren gerichteten Pole, welche in sehr charakteristischer Form und Gruppirung das Chorion durchsetzen (Fig. 578).

Fig. 576.



Mikropylen *(Mk)* von Insecteneiern, nach R. Leuckart. *a* Oberes Stück der Eischale von *Anthomyia.* — *b* Ei von *Drosophila cellaris.* — *c* Gestieltes Ei von *Paniscus testaceus.*

Bei verschiedenen Insecten wurde spontane Entwicklung unbefruchteter Eier, sog. *Parthenogenese,* nachgewiesen, so bei den *Psychiden (Psyche), Tineiden (Solenobia), Cocciden (Lecanium, Aspidiotus), Aphis* und *Chermes*, ferner bei zahlreichen *Hymenopteren*, insbesondere bei *Bienen, Wespen, Gallwespen, Blattwespen*

[1]) Vergl. R. Leuckart, Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insecten. Müller's Archiv, 1855.

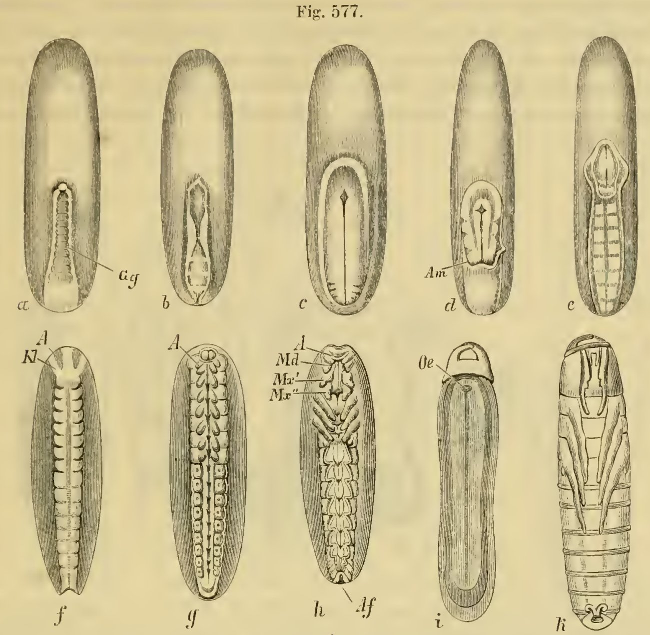
(Nematus). Bei den in sog. Thierstaaten zusammenlebenden *Hymenopteren* entstehen aus den unbefruchteten Eiern ausschliesslich männliche Formen *(Arrenotokie)*. Die Tannenläuse *(Chermes)* und Gallwespen *(Cynips)* bieten zugleich Beispiele von *(Heterogonie)*. Aehnlich verhalten sich die nahe verwandten Blattläuse *(Aphiden)*, deren Entwicklungscyclus früher als Generationswechsel aufgefasst wurde. Hier folgt auf die zahlreichen parthenogenetisch sich fortpflanzenden Sommergenerationen eine geschlechtlich ausgebildete Herbstgeneration, welche ausser den oviparen, oft ungeflügelten Weibchen geflügelte Männchen enthält (Fig. 133 *a*, *b*). Aus den befruchteten Eiern entwickeln sich im Frühjahre wieder vivipare Blattläuse (Sommergeneration), welche meist geflügelt sind (Fig. 133 *c*) und rücksichtlich ihrer Organisation den wahren Weibchen sehr nahe stehen, indessen an ihren abweichend gebauten Fortpflanzungsorganen der Samentasche entbehren. Da sich dieselben niemals begatten, wurden sie häufig als mit Keimröhren ausgestattete Ammen betrachtet und ihre Vermehrung als ungeschlechtliche aufgefasst. Indessen besitzt nicht nur der Keimapparat dieser sog. Blattlausammen eine sehr grosse Aehnlichkeit mit dem weiblichen Geschlechtsapparat der Insecten, sondern es erscheint auch die Anlage und Entstehung des Keimes mit der des Eies so übereinstimmend, dass die viviparen Aphiden als eine besonders gestaltete Generation von Weibchen aufzufassen sind, deren Genitalapparat einige auf Parthenogenese bezügliche Vereinfachungen erfahren hat. Immerhin mag es passend sein, in diesem Falle das Ovarium *Pseudovarium* und die in demselben entstehenden *befruchtungsunfähigen* Eier, mit deren Wachsthum die Embryonalentwicklung zusammenfällt, *Pseudova* zu nennen. Unter demselben Gesichtspunkte dürfte die Fortpflanzungsweise einiger Dipteren zu erklären sein, welche bereits als Larven *(Cecidomya, Miastor)* (Fig. 135), in einem bekannten Falle *(Chironomus)* als Puppen zeugungsfähig sind *(Paedogenese)*.

Die Entwicklung[1]) des Embryos erfolgt in der Regel ausserhalb des mütterlichen Körpers und nimmt je nach der Temperatur und Jahreszeit eine grössere oder geringere Zeitdauer in Anspruch. Eine endovitelline Furchung führt zur Anlage einer peripherischen Keimhaut, welche stets aus einer einfachen Lage von Zellen besteht, und im Dotter verbleibenden Zellen, welche später die Resorption des Dotters bewirken. Aus der den Dotter umschliessenden Keimhaut geht durch Verdickung und schärfere Abgrenzung an der späteren Bauchseite die als *Keimstreifen* bezeichnete Anlage des Kopfes und der ventralen Hälfte des Embryos hervor. Bei *Hydrophilus* nimmt der anfangs nur

[1]) A. Weismann, Die Entwicklung der Dipteren. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XIII und XIV. E. Metschnikoff, Embryologische Studien an Insecten. Ebendaselbst, Tom. XVII. A. Kowalevski, Embryologische Studien an Würmern und Arthropoden. Petersburg 1871. N. Bobretzky, Ueber die Bildung des Blastoderms und der Keimblätter bei den Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXI, 1878. K. Heider, Die Embryonalentwicklung von Hydrophilus piceus L. Erster Theil. Jena 1889.

durch höhere Zellen der Keimhaut veranlasste Keimstreifen zunächst einen nur kleinen Theil des Eies am Hinterende desselben ein (Fig. 577 *a*). Der mediane Theil dieser Keimanlage stülpt sich ein und wird zu einer Rinne, dann nach Verwachsung der Seitenränder der Rinne zu einem Canal, dessen Hohlraum

Fig. 577.

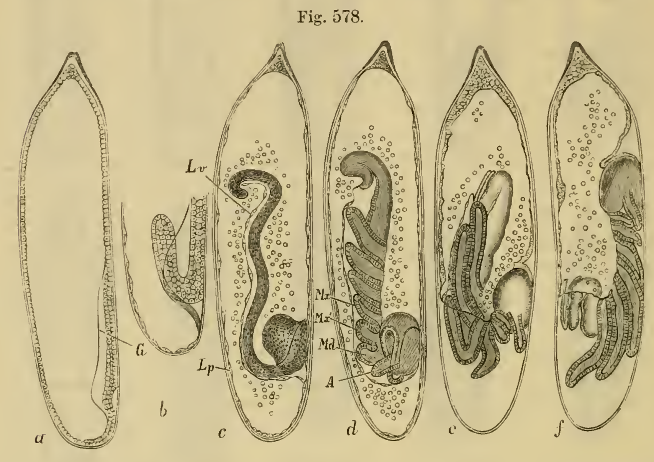


Entwicklung des Embryo von *Hydrophilus piceus*, nach Kowalevski. *a* Schildförmige Embryonalanlage (Keimstreifen) mit erhobenen Seitenrändern (*Gg*). — *b* Diese Ränder wachsen in der Mitte bereits zusammen. — *c* Die Rinne hat sich fast überall geschlossen. — *d* Die Schwanzfalte der Embryonalhäute (*Am*) hat das Hinterende der geschlossenen Rinne überwuchert und rückt nach vorne weiter. — *e* Die Embryonalhäute haben die Embryonalanlage fast vollständig überwachsen. — *f* Die Embryonalanlage (Keimstreifen) unter den bereits vollständig geschlossenen Embryonalhäuten, mit 17 Ursegmenten. *Kl* Kopflappen, *A* Antennen. — *g* Der Keimstreifen ist an beiden Enden bereits vollständig auf die Bauchseite gerückt. Man sieht die zweilappige Oberlippe, die Fühler (*A*), Kiefer und Beinanlagen. Auch am siebenten Segment findet sich ein Extremitätenhöcker. An den Abdominalsegmenten haben sich runde Einstülpungen (Tracheenanlagen) gebildet. Eine Längsrinne zieht vom Mund bis zum After. — *h* Der Keimstreifen bedeckt die ganze Bauchseite des Eies. Die Oeffnungen der Einstülpungen (Stigmen) sind klein geworden. Am ersten Bauchsegment sieht man noch den Extremitätenstummel. Die Ganglien der Bauchkette sind angelegt. *Md* Mandibel, *Mx'* erste Maxille, *Mx''* zweite Maxille, *Af* After. — *i* Die sog. Rückenplatte im Stadium des Schlusses zu einem Rohre, *Oe* Oeffnung desselben. — *k* Embryo von der Bauchseite vor dem Ausschlüpfen.

bald verschwindet (Fig. 577 *b*, *c*). Diese Einstülpung bildet die Anlage des unteren Blattes (Entoderm und Mesoderm, Kowalevski). Am Rande des sog. Keimstreifens (Bauchplatte) erheben sich alsbald neue Falten, welche zur Entstehung der für die Insectenentwicklung charakteristischen Embryonalhäute führen. Bei Hydrophilus wachsen die Falten von hinten nach vorne über dem

Keimstreifen zusammen, verschmelzen miteinander und liefern so eine äussere und innere Hülle, von denen die erstere als Serosa, die letztere als Amnion (Deckblatt) bezeichnet wird (Fig. 577 *d*, *e*). Noch vor der erwähnten Ueberwachsung zerfällt der Keimstreifen in zwei symmetrische Hälften, die *Keimwülste*, welche durch quere Einschnürung in Segmente (bis auf 17) zerfallen und zunächst hinter den sog. Scheitelplatten des Vorderkopfes mit den Antennenanlagen drei *Kopfsegmente* (mit den später als Auswüchsen auftretenden Anlagen der Mundgliedmassen) zur Sonderung bringen, hinter welchen sich die übrigen *Segmente* des Leibes der Reihe nach abgrenzen. Gleichzeitig

Fig. 578.



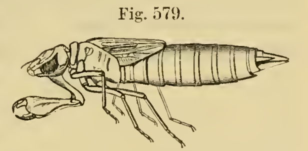
Embryonale Entwicklung einer Libelle *(Calopteryx virgo)*, nach Al. Brandt. *a* An dem anfangs einschichtigen, an den Polen verdickten Blastoderm beginnt das Einwachsen des Keimstreifens. *G* Seitliche Grenze der Blastodermverdickung. — *b* Etwas älteres Stadium. — *c* Die Embryonalhüllen sind ausgebildet. *Lp* Parietales (Serosa), *Lv* viscerales (Amnion) Blatt derselben. — *d* Am Keimstreifen sind die Extremitäten vorgesprosst. *A* Antenne, *Md* Mandibel, *Mx'* Maxille, *Mx* Unterlippe. Dann folgen die drei Beinpaare. — *e* Umdrehung des aus der Scheide des visceralen Blattes vorgestülpten Embryos. — *f* Die Umdrehung ist vollendet, das hintere Leibesende wird frei. Am Rücken der Dottersack.

zieht sich der anfänglich auch auf die Dorsalseite des Eies sich erstreckende Keimstreifen in der Längslinie zusammen, breitet sich dagegen mehr und mehr mit seinen Seitentheilen auf den Rücken aus (Fig. 577 *f*, *g*, *h*). Die Anlage des Mitteldarmes geht vom unteren, nach Kowalevski durch Einstülpung hervorgegangenen Blatte aus. Der Embryonalkörper gewinnt Mund und After, sowie gleichfalls durch Einstülpung von der Haut aus die Tracheen. Das Nervensystem entsteht vom äusseren Blatte aus. Es reissen nun die Embryonalhäute ein, und es bildet sich gleichzeitig die sog. Rückenplatte, welche zu einem sich zu einem Rohre verengenden Sacke wird, der am Vorderende durch eine kleine Oeffnung ausmündet. Dieses Rückenrohr wird später rückgebildet und fehlt der ausschlüpfenden Larve vollständig. In manchen

Fällen [1]) *(Rhynchoten, Libellen)* wächst der Keimstreifen in das Innere des Dotters hinein, wodurch ein innerer invaginirter Keimstreifen entsteht (Fig. 578), der später nach aussen zurückgestülpt wird.

Die freie Entwicklung erfolgt in der Regel mittelst *Metamorphose,* indem die Form, Organisation und Lebensweise der aus dem Ei ausgeschlüpften Jungen vom geschlechtsreifen Thiere verschieden ist. Die am tiefsten stehenden, in beiden Geschlechtern flügellosen *Apteren* verlassen das Ei in der bereits fertigen Körperform *(Insecta ametabola).* Bei den einer Verwandlung unterworfenen Insecten ist die Art und der Grad der Metamorphose sehr verschieden, so dass die aus früherer Zeit überkommene Bezeichnung einer *halbvollkommenen* (hemimetabola) und *vollkommenen* (holometabola) Metamorphose in gewissem Sinne berechtigt erscheint. Im ersteren Falle *(Rhynchoten, Orthopteren)* wird der Uebergang der ausschlüpfenden Larven in das ausgebildete geflügelte Insect durch eine Anzahl frei beweglicher und Nahrung aufnehmender Larvenstadien vermittelt, welche unter Abstreifungen der Haut aus einander hervorgehen, mit zunehmender Grösse Flügelstummel erhalten, die Anlage der Geschlechtsorgane weiter ausbilden und den geflügelten Insecten immer ähnlicher werden. Auch die Lebensweise und Organisation der jungen Larven kann mit der des Geschlechtsthieres übereinstimmen, z. B. bei den *Hemipteren* und *Heuschrecken.* In anderen Fällen weichen Larve und Geschlechtsthier durch Lebensweise und Aufenthaltsort beträchtlich ab. So leben z. B. die Cicaden im Larvenalter unter der Erde und besitzen Grabfüsse, welche in dem ruhend gewordenen Uebergangsstadium zu dem Zustand des auf Bäumen lebenden Imago eine Umgestaltung erfahren. Die Larven der amphibiotischen Pseudoneuropteren, *Ephemeren* und *Libellen,* leben in einem anderen Medium unter abweichenden Ernährungsbedingungen und bestehen eine grosse Zahl von Häutungen (*Chloëon* nahezu 20). Die im Wasser lebenden Larven besitzen Kiementracheen und entbehren der Stigmen, welche erst beim Uebergang in das geflügelte Thier durchbrechen. Die letzten als Nymphen bekannten Larvenphasen besitzen in allen Flügelstummel (Fig. 579), und nur da, wo bei Insecten mit unvollkommener Metamorphose auch die Flügel des geschlechtsreifen Thieres (secundär durch Rückbildung verloren gegangen sind (flügellose *Orthopteren, Corrodentia* und *Dermaptera*), fehlen auch die Flügelstummel den letzten Larvenstadien. Solche Insecten sind wiederum in die sog. Ametobolie zurückgefallen.

Fig. 579.



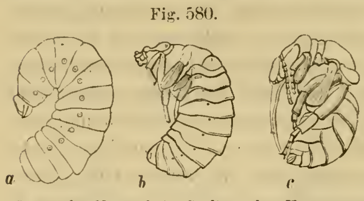
Aeschna-Larve mit Flügelstummel und Maske.

Vollkommen wird die Verwandlung durch das Auftreten eines meist

[1]) Näheres über die embryonale Entwicklung findet man in dem Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Thiere von E. Korschelt und K. Heider. Jena 1890—1893.

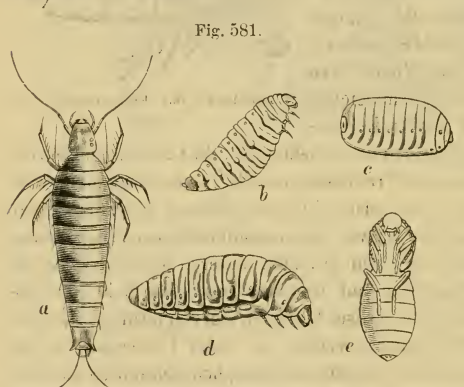
ruhenden (nicht selten frei sich bewegenden), stets aber der Nahrungsaufnahme entbehrenden *Puppen*stadiums, mit welchem das Larvenleben abschliesst und das Leben des geflügelten Insectes *(Imago)* beginnt. Trotz der scheinbaren Discontinuität der Entwicklung, die bei dem Uebergang der Larve in die Puppe und dieser in das Stadium des Imago besteht, schreitet die Umgestaltung auch hier ganz allmälig vor, indem sich in der Larve schon die Anlage der Flügel und Extremitäten vollzieht, welche erst mit der Abstreifung der Haut an der Puppe äusserlich hervortreten. Auch kann die Puppe selbst mehrere Formzustände zeigen, wie z. B. bei den Apiden, wo dieselbe zuerst als Halbpuppe (Subnymphe) einen noch *kurzen* Meso- und Metathorax mit kurzen Flügellappen und Gliedmassen besitzt, während in dem späteren Zustande der Puppe diese Körper umfangreicher entwickelt sind und dem geflügelten Insect viel näher stehen (Fig. 580). Den Puppenstadien der Insecten mit vollkommener Metamorphose erscheinen die Larven mit Flügelstummeln, welche bei den Insecten mit unvollkommener Verwandlung in mehrfacher Zahl aufeinander folgen, einigermassen vergleichbar. Bei den Eintagsfliegen pflegt man das letzte derselben, welches unmittelbar vor dem Uebergang in das geschlechtsreife geflügelte Insect aus der Larve mit Flügelstummeln nach Abstreifung der Haut hervorgeht, als Subimago zu bezeichnen. Die Verwandlung erscheint somit im Gegensatz zu der allmäligen continuirlichen Umgestaltung der unvollkommenen Metamorphose discontinuirlich, ein offenbar secundäres Verhältniss, welches phyletisch aus der continuirlichen abzuleiten ist. Auch erscheint alsdann die Zahl der Häutungen eine beschränktere, indem schon die 4. Häutung in das letzte (5.) Stadium des Imago überführt.

Fig. 580.



a Larve der Hummel im Stadium der Verpuppung. *b Pseudonymphe (Semipupa)*. *c* Puppe. Nach Packard.

Fig. 581.



Metamorphose von *Sitaris humeralis*, nach Fabre. *a* Erste Larvenform, *b* zweite Larvenform, *c* Scheinpuppe, *d* dritte Larvenform, *e* Puppe.

Als *Hypermetamorphose* hat man nach dem Vorgange Fabre's eine Entwicklungsart unterschieden, welche durch das Auftreten mehrerer ver-

schieden gestalteter und sich ernährender Larvenformen und zwischen denselben eingeschobener puppenartiger Ruhestadien gewissermassen noch über die vollkommene Verwandlung hinausgeht *(Meloiden)* (Fig. 581). In diesen Fällen ist jedoch die Zahl der Häutungen keineswegs vermehrt, indem die intermediären Ruhestadien von der abgestreiften, aber zurückgebliebenen Larvenhaut umschlossen sind.

In ihrer Körperform erinnern die Larven durch die homonome Segmentirung an die Anneliden. Indessen dürften verhältnissmässig nur wenige Larvenformen ihre ursprüngliche Gestaltung bewahrt haben und eine phyletische Bedeutung besitzen, wie insbesondere die *Campodea*-ähnlichen Larven der *Meloiden, Forficuliden, Perliden*, ferner von *Mantispa* und manchen Käfern; in den meisten Fällen verdanken die Insectenlarven secundären Anpassungen ihre Eigenthümlichkeiten. Die am tiefsten stehenden, meist parasitischen Larven sind wurmförmig geworden und entbehren sowohl der Gliedmassen, als eines gesonderten Kopfabschnittes, dessen Stelle durch die vorderen Leibesringe vertreten wird [*Maden* der *Dipteren* (Fig. 74) und zahlreicher *Hymenopteren*]. In anderen Fällen ist zwar ein gesonderter Kopfabschnitt vorhanden, aber die nachfolgenden Brust- und Hinterleibssegmente sind vollständig gliedmassenlos. Die Larven der Netzflügler, zahlreicher Käfer, der Blattwespen und Schmetterlinge *(Raupen)* besitzen dagegen an ihren drei freien Brustsegmenten gegliederte Extremitäten, häufig aber auch an den Hinterleibssegmenten eine grössere oder geringere Zahl von Fussstummeln (Afterfüsse). Bei vielen Insecten sind die Anlagen von abdominalen Fusspaaren auf das Embryonalleben[1]) beschränkt und werden noch vor dem Ausschlüpfen der Larve wieder rückgebildet *(Mantis, Hydrophilus, Blatta, Melolontha)*. Am Kopfe jener Larven finden sich zwei Antennenstummel und einfache Punktaugen in verschiedener Zahl. Die Mundtheile sind in der Regel beissend, auch da, wo die ausgebildeten Insecten Saugröhren besitzen, bleiben aber freilich mit Ausnahme der Mandibeln gewöhnlich rudimentär (Fressspitzen). Ausnahmsweise kann die Metamorphose durch ganz absonderliche Larvenformen ausgezeichnet sein, wie z. B. bei den *Pteromalinen (Platygaster, Teleas)*, deren Eier in andere Insectenlarven abgelegt werden (Fig. 582).

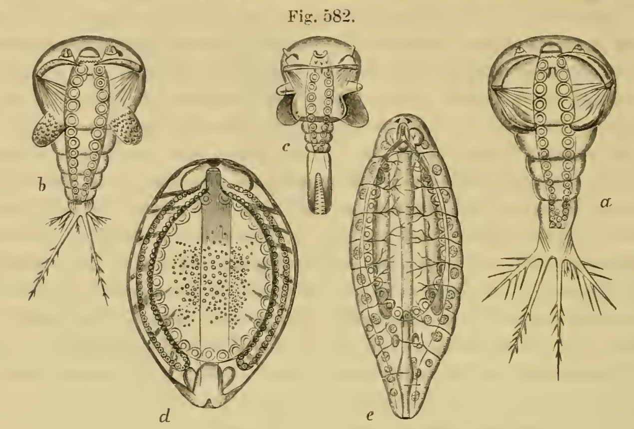
Die Ernährungsart der Larve wechselt mannigfach, indessen prävaliren vegetabilische Substanzen, welche im Ueberflusse dem rasch wachsenden Körper zu Gebote stehen. Derselbe besteht meist in kurzer Zeit vier oder auch fünf, selten eine grössere Zahl Häutungen und legt im Laufe seines Wachsthums den Körper des geflügelten Insectes vollständig an, freilich nicht überall durch unmittelbare Umbildung bereits vorhandener Theile, sondern zuweilen unter wesentlichen Neubildungen. In dieser Hinsicht kommen bedeutende Ver-

---

[1]) Vergl. V. Graber, Ueber die Polypodie der Insectenembryonen. Morphol. Jahrb. Tom. XIII, 1888. E. Haase, Die Abdominalanhänge der Insecten mit Berücksichtigung der Myriopoden. Ebendas. Tom. XV, 1889.

schiedenheiten vor, deren Extreme bei den Dipteren durch die Gattungen *Corethra* und *Musca* repräsentirt werden. Im ersteren Falle verwandeln sich die Larvensegmente und die Gliedmassen des Kopfes direct in die entsprechenden Theile der Mücke, während die Beine und Flügel nach der letzten Larvenhäutung als Anhänge der Hypodermis in der Umgebung eines Nerven, respective einer Luftröhre als sog. *Imaginalscheiben* gebildet werden. Die Muskeln

Fig. 582.



Larvenformen von drei *Platygaster*-Arten, nach Ganin. *a, b, c* Cyclopsähnliche Larvenstadien mit Kieferklauen. *d* Zweites Larvenstadium. *e* Drittes Larvenstadium.

des Abdomens und die übrigen Organsysteme gehen unverändert oder mit geringen Umgestaltungen in die des geflügelten Thieres über, die Thoraxmuskeln dagegen entstehen als Neubildungen aus bereits im Ei angelegten Zellsträngen. Mit diesen geringen Veränderungen steht das active Leben der Puppe und die geringe Entwicklung des Fettkörpers in nothwendiger Correlation. Bei *Musca* dagegen, deren ruhende Puppen von einer festen tonnenförmigen Haut eingeschlossen liegen und einen reichlichen Fettkörper enthalten, entsteht der Körper des ausgebildeten Thieres mit Ausnahme des Abdomens durch tiefgreifende Umbildungen der Larve. Kopf und Thorax gehen aus Imaginalscheiben hervor, die, bereits im Ei angelegt, im Larvenkörper in der Umgebung von Nerven oder Tracheen zur Entwicklung gelangen. Erst während des Puppenstadiums verwachsen diese Scheiben zur Bildung von Kopf und Brust. Jedes Brustsegment wird aus zwei (einem dorsalen und ventralen) Scheibenpaaren zusammengesetzt, deren Anhänge die späteren Beine und Flügel darstellen. Auch die inneren Organe der Larve erfahren wesentliche Umgestaltungen, zerfallen zum Theil, um durch Neubildungen ersetzt zu werden.

Fig. 582 *f*.



Imago von *Platygaster*, nach Ganin.

Nach Weismann's Darstellung wurde dieser Vorgang als ein Process der Histolyse aufgefasst, durch welchen aus den zerfallenen Geweben unter Vermittlung des Fettkörpers neue Zellen zur Bildung der Organe des Imago entstehen sollten. Es hat jedoch Kowalevski[1]) dargethan, dass die aus den zerfallenen Geweben entstandenen Körnchenkugeln keine neugebildeten Zellen, sondern die Blutkörperchen sind, welche als *Phagocyten* (Metschnikoff) die in ihrer Function geschwächten Gewebe zum Zerfall bringen, in sich aufnehmen, verdauen und als Ernährungsmaterial dem Organismus zuführen.

Hat die Larve eine bestimmte Grösse und Ausbildung erreicht, d. h. ist dieselbe ausgewachsen und mit dem für die weiteren Umwandlungen erforderlichen Nahrungsmaterial in Gestalt des mächtig entwickelten Fettkörpers ausgerüstet, so schickt sich dieselbe zur Verpuppung an. Die Larven zahlreicher Insecten verfertigen sich mittelst ihrer Spinndrüsen über oder unter der Erde ein schützendes Gespinnst, in welchem sie nach Abstreifung der Haut in das Stadium der *Puppe (Chrysalis)* eintreten. Entweder liegen die äusseren Körpertheile des geflügelten Insectes der gemeinsamen hornigen Puppenhaut an, so dass sie als solche zu erkennen sind *(Lepidopteren, Pupa obtecta),* oder dieselben stehen bereits frei vom Rumpfe ab *(Coleopteren, Pupa libera).* Indessen ist dieser Unterschied untergeordneter Art, indem auch bei den ersteren unmittelbar nach der Häutung die Gliedmassen frei liegen und erst nachher durch die erhärtende cuticulare Schicht verkittet werden. Bleibt die Puppe auch noch von der letzten Larvenhaut umschlossen *(Musciden),* so heisst dieselbe *Pupa coarctata.* Ueberall liegt bereits der Körper des geflügelten Insects mit seinen äusseren Theilen in der Puppe scharf umschrieben vor, und es ist die besondere Aufgabe des Puppenlebens, die Umgestaltung der inneren Organisation und Reife der Geschlechtsorgane zu vollenden. Ist diese Aufgabe erfüllt, so sprengt das allmälig consolidirte geflügelte Insect die Puppenhaut, arbeitet sich mit Fühlern, Flügeln und Beinen hervor und breitet die zusammengefalteten Theile unter dem Einflusse lebhafter Inspiration und Luftanfüllung der Tracheen auseinander. Die Chitinbekleidung erstarrt mehr und mehr, aus dem Enddarm tropft das während des Puppenschlafes entstandene und aufgespeicherte Harnsecret aus und das Insect ist zu allen Geschäften des geschlechtsreifen Thieres tauglich.

Die Lebensweise der Insecten ist so mannigfach, dass sich kaum eine allgemeine Darstellung geben lässt. Zur Nahrung dienen sowohl vegetabilische als animalische Substanzen, welche in der verschiedensten Form, sei es als feste Stoffe oder als Flüssigkeiten, sei es im frischen oder im faulenden Zustande, aufgenommen werden. Insbesondere werden die Pflanzen von den Angriffen der Insecten und deren Larven heimgesucht, und es existirt wohl keine Phanerogame, welche nicht ein oder mehrere Insectenarten ernährte. Indessen erscheinen viele Insecten wiederum für das Gedeihen der Pflanzen-

[1]) A. Kowalevski, Beiträge zur Kenntniss der nachembryonalen Entwicklung der Musciden. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. 44, 1887.

welt nützlich und nothwendig, indem sie, wie zahlreiche Fliegen, Bienen und Schmetterlinge, durch Uebertragung des Pollens auf die Narbe der Blüthen die Befruchtung vermitteln.

Den vollkommenen Leistungen der vegetativen Organe entsprechen die vielseitigen und oft wunderbaren, auf psychische Lebensäusserungen hindeutenden Handlungen. Dieselben werden allerdings grossentheils instinctiv durch den Mechanismus der Organisation ausgeführt, beruhen zum Theil aber entschieden auf psychischen Vorgängen, indem sie im Zusammenhange mit dem hoch entwickelten Perceptionsvermögen der Sinnesorgane Gedächtniss und Urtheil voraussetzen. Mit dem Instincte tritt das Insect in die Welt, zu den auf Gedächtniss und Urtheil beruhenden Handlungen hat sich dasselbe die psychischen Bedingungen erst auf dem Wege der Sinnesperception und Erfahrung zu erwerben *(Biene)*. In der ererbten Organisation aber sind alle jene Fähigkeiten eingeschlossen, welche, im langsamen Processe phylogenetischer Gestaltung unter Aufwand von psychischen Kräften erworben, im häufigen, zuletzt automatischen Gebrauche rein mechanisches Eigenthum des Organismus wurden.

Die instinctiven und psychischen Aeusserungen beziehen sich zunächst auf die Erhaltung des Individuums, indem sie Mittel und Wege zum Erwerbe der Nahrung und zur Vertheidigung schaffen, ganz besonders aber als sog. *Kunsttriebe* durch die Sorge um die Brut auf die Erhaltung der Art. Am einfachsten offenbart sich die letztere in der zweckmässigen Ablage der Eier an geschützten Plätzen und an bestimmten, dem ausschlüpfenden Thiere zur Nahrung dienenden Futterpflanzen. Complicirter werden die Handlungen des Mutterinsects überall da, wo sich die Larve in besonders gefertigten Räumen entwickeln und nach ihrem Ausschlüpfen die erforderliche Menge geeigneter Nahrungsmittel vorfinden muss *(Sphex sabulosa)*. Am wunderbarsten aber bilden sich die Kunsttriebe bei einigen psychisch am höchsten stehenden *Pseudoneuropteren* und *Hymenopteren* aus, welche sich weiter um das Schicksal der ausgeschlüpften Brut kümmern und die jungen Larven mit zugetragener Nahrung grossziehen. In solchen Fällen vereinigt sich eine grosse Zahl von Individuen zu gemeinsamem Wirken in sog. *Thierstaaten* mit ausgeprägter Arbeitstheilung ihrer männlichen, weiblichen und geschlechtlich verkümmerten Generationen (Termiten, Ameisen, Wespen, Bienen).

Einige Insecten erscheinen zu Tonproductionen[1]) befähigt, die wir zum Theil als Aeusserung einer inneren Stimmung aufzufassen haben. Man wird in dieser Hinsicht von den summenden Geräuschen der im Fluge befindlichen Hymenopteren und Dipteren (Vibriren der Flügel und blattförmiger Anhänge im Innern von Tracheen), ebenso wohl von den knarrenden Tönen zahlreicher Käfer, welche durch die Reibung bestimmter Körpersegmente aneinander (Pronotum und Mesonotum, *Lamellicornier*) oder mit der Innenseite der Flügeldecken entstehen, abstrahiren können, obwohl es möglich bleibt, dass sie zur

[1]) H. Landois, Die Ton- und Stimmapparate der Insecten. Leipzig 1867.

Abwehr feindlicher Angriffe eine Beziehung haben. Eigenthümliche Stimmorgane, welche Locktöne zur Anregung der Begattung erzeugen, finden sich bei den männlichen *Singzirpen (Cicada)* am Hinterleibe und bei den männlichen *Gryllodeen* und *Locustiden* an der Basis des Vorderflügels. Aehnliche, wenngleich schwächer zirpende Töne produciren indessen auch beide Geschlechter der *Acrididen* durch Reiben der Schenkel der Hinterbeine an einer Firste der Flügeldecke.

Die Verbreitung der Insecten ist eine fast allgemeine, vom Aequator an bis zu den äussersten Grenzen der Vegetation, freilich unter beträchtlicher Abnahme der Artenzahl, der Grösse und Farbenpracht der Arten. Einige Formen sind wahre Kosmopoliten, z. B. der Distelfalter.

Fossile Insecten finden sich schon im mittleren Silur *(Blattiden)*[1]), dann im Devon *(Libelluliden* und *Neuropteren),* sowie in der Steinkohlenformation, in späteren Formationen bis zum Tertiärgebirge an Artenzahl zunehmend. Schon die paläozoischen Formen zeigen hochentwickelte Typen, von denen einzelne *(Eugereon)* Charaktere von Hemipteren, Neuropteren und Orthopteren verbinden, andere entschiedene Neuropteren, Rhynchoten und Orthopteren sind. Am schönsten erhalten sind die Einschlüsse im Bernstein und die Abdrücke des lithographischen Schiefers.

Den ältesten und ursprünglichsten Insecten stehen ohne Zweifel die *Campodea-* und *Japyx*arten am nächsten. Die Körperform und Organisation derselben zeigt zugleich die nahe Beziehungen zu den Myriopoden, so dass eine gemeinsame Abstammung beider Ordnungen sehr wahrscheinlich sein dürfte. In jüngster Zeit hat man insbesondere den ausstülpbaren Bläschen, welche an den Segmenten der Thysanuren und Myriopoden vorkommen, sowie den am Abdomen der erstern und im Embryonalleben auch der höhern geflügelten Insecten auftretenden Gliedmassen eine grosse Bedeutung für die genetische Zusammengehörigkeit beider eingeräumt und in den *Symphylen (Scolopendrella)* die der gemeinsamen Stammform am nächsten verwandten Antennaten zu erkennen geglaubt.

1. Ordnung. **Apterogenea.**[2])

Flügellose Insecten mit behaarter (beschuppter) Körperbedeckung, mit rudimentären, beissenden Mundtheilen und borstenförmigen Analfäden oder Springapparat am Ende des zehngliedrigen Abdomens, ohne Metamorphose.

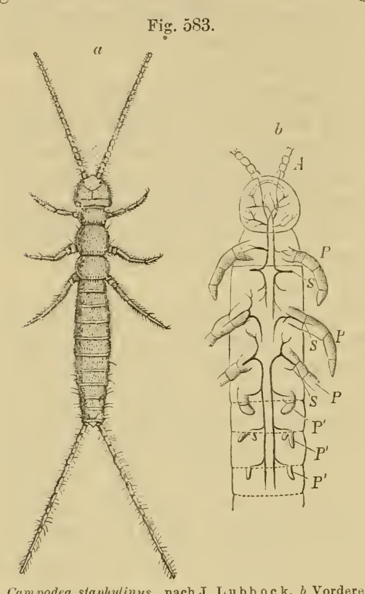
Die Thysanuren scheinen den ursprünglichen Charakter der ältesten Insectenformen am meisten bewahrt zu haben und erinnern ganz besonders

[1]) Woodward, Lithomantis. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1876. Hagen, Bulletin of the Museum of comp. Zool. vol., VIII, 1881.

[2]) John Lubbock, Monograph of the Collembola and Thysanura. London 1873. B. Grassi, I Progenitori dei Miriapodi e degli Insetti. II und III. Catania 1886. J. T. Oudemans, Beiträge zur Kenntniss der Thysanura und Collembola. Amsterdam 1887. B. Grassi, Anatomie comparée des Thysanoures et considérations générales sur l'organisation des Insectes. Arch. de Biologie. Turin 1889.

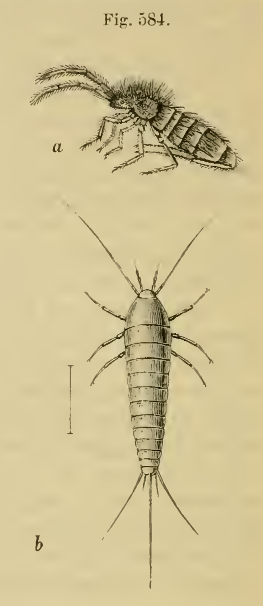
in den langgestreckten Campodiden an gewisse Myriopoden (Symphylen, *Scolopendrella*), zumal sie auch am Abdomen Fussstummel tragen können (Fig. 583 *a, b*). Man hat daher die Campodiden als den Stammformen der Insecten am nächsten stehend zu betrachten. Flügel fehlen, und zwar ist der Mangel derselben im Gegensatze zu vielen flügellosen Insecten aus den anderen Ordnungen kein secundärer, sondern ursprünglicher. Am Vorderrande des Kopfes finden sich mässig lange borstenförmige Fühler und meist gehäufte Ocellen anstatt der Facettenaugen, die nur bei *Machilis* und *Lepisma*

Fig. 583.



Campodea staphylinus, nach J. Lubbock. *b* Vordere Körperhälfte von *C. fragilis*, nach Palmén. *A* Antenne, *S* Stigmen, *P* Thoracalfüsse, *P'* Fussstummel des Abdomens.

Fig. 584.



a Podura villosa, *b Lepisma saccharina* (règne animal).

auftreten. Die Mundwerkzeuge bestehen aus Mandibeln und Maxillen, welche in eine Art Atrium zurückgezogen werden können. Die Maxillartaster sind siebengliedrig, die Labialtaster dreigliedrig. Tracheen fehlen bei vielen Collembolen *(Podura)* vollständig, während sie bei *Campodea* sehr einfache Verhältnisse zeigen. Hier finden sich nur drei Stigmenpaare, und es fehlen die Anastomosen der aus denselben entspringenden Tracheenstämme. Die drei Thoracalsegmente sind oft verschieden gross. Abdomen aus sechs bis zehn Segmenten gebildet. Aehnlich wie bei Scolopendrella sind an den Abdominalsegmenten von *Campodea*, *Machilis* und anderen Thysanuren vorstülpbare Bläschen (Fig. 585), an deren Aussenseite ein griffelförmiger Zapfen vorragt, und am vorletzten Hinterleibssegmente erheben sich oft

borstenförmige Fäden, die, bauchwärts eingeschlagen, als Springapparat (Springgabel) zum Fortschnellen dienen (Fig. 584 *a*). In diesem Falle ist oft an der Bauchseite des ersten Abdominalsegments ein Haftapparat mit Drüse vorhanden. Die Entwicklung erfolgt ohne Metamorphose, aber unter zahlreichen Häutungen.

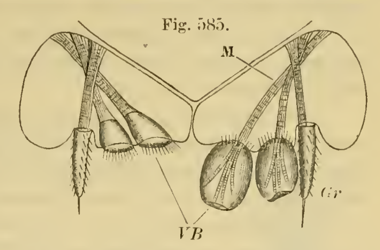


Fig. 585.

Ventralschild eines Abdominalsegmentes von *Machilis maritima*, nach Oudemans. *VB* Vorstülpbare Bläschen. *M* deren Muskeln, *Gr* seitlicher Griffel (Beinrudiment).

1. Unterordnung. *Thysanura.* Körper langgestreckt mit zehngliedrigem Hinterleib, welcher Rudimente von Gliedmassen besitzen kann und mit zwei Analanhängen endet. Zusammengesetzte Augen können vorhanden sein.

Fam. *Campodidae.* Körper mit Rudimenten von Gliedmassen und zwei Analfäden. *Japyx gigas* Br., Cypern. *J. solifugus* Hal., *Campodea staphylinus* Westw. (Fig. 583).

Fam. *Lepismidae,* Borstenschwänze. Körper mit metallisch schimmernden Schuppen dicht bedeckt. Das Abdomen endet mit einer längeren Mittelborste und zwei schwächeren seitlichen Borsten, *Lepisma saccharina* L., Zuckergast, Silberfischchen (Fig. 584 *b*). *Machilis polypoda* L. *M. maritima* Latr., auf und unter Steinen an den Meeresküsten.

2. Unterordnung. *Collembola.* Körper mehr oder minder gedrungen mit sechs oder weniger Hinterleibssegmenten, fast stets mit bauchwärts umgeschlagener Springgabel endend. Augen fehlen oder sind Punktaugen.

Fam. *Poduridae. Podura aquatica* Deg. *P. villosa* Geoff. (Fig. 584 *a*). *Degeeria nivalis* L., Schneefloh. *Sminthurus signatus* Latr.

2. Ordnung. **Orthoptera**[1]**, Geradflügler.**

Insecten mit beissenden Mundwerkzeugen, viertheiliger Unterlippe, mit zwei ungleichen Flügelpaaren und unvollkommener Metamorphose.

Der den Flügeln entlehnte Name der Ordnung passt keineswegs auf alle hierher gehörigen Formen, wie auch in der äusseren Erscheinung und inneren Organisation eine grosse Mannigfaltigkeit obwaltet. Meist trägt der grosse Kopf lange vielgliedrige Fühlhörner, ansehnliche Facettenaugen und auch zwei oder drei Punktaugen. Die Mundwerkzeuge sind zum Kauen und Beissen eingerichtet (Fig. 544). Die Maxillen sind mit horniger, an der Spitze gezahnter Innenlade versehen, diese von der helmförmigen häutigen Aussenlade *(Galea)* überdeckt, mit fünfgliedrigem Taster. An der Unterlippe bleiben in der Regel die vier Laden, zuweilen selbst ihre Träger *(Stipites)* von einander getrennt. Die Labialtaster sind dreigliedrig. Der sehr verschieden grosse Prothorax zeigt sich durchweg frei beweglich und gelenkig

[1]) A. Serville, Histoire naturelle des Insectes Orthoptères. Paris 1839. T. de Charpentier, Orthoptera descripta et depicta. Leipzig 1841. L. H. Fischer. Orthoptera Europaea. Leipzig 1853. R. Heymons, Ueber die Entstehung der Geschlechtsdrüsen von Phyllodromia. Berlin 1891. Derselbe, Die Embryonalentwicklung von Dermapteren und Orthopteren etc. Jena 1895.

auch vom Mesothorax abgesetzt. Die Form und Bildung der Flügel schwankt ausserordentlich. Meist sind die schmalen Vorderflügel pergamentartige Flügeldecken oder wenigstens stärker und dickhäutiger als die grösseren und der Länge nach zusammenlegbaren Hinterflügel. Verschieden verhalten sich auch die Beine, deren Tarsen selten nur aus zwei, meist aus drei, vier oder fünf Gliedern bestehen.

Der Hinterleib bewahrt die vollzählige Segmentirung und endet mit zangen-, griffel-, faden- oder borstenförmigen Caudalanhängen; meist gehen zehn Segmente in seine Bildung ein, von denen das neunte die Geschlechtsöffnung, das zehnte den After umschliesst. Am weiblichen Abdomen findet sich zuweilen (Heuschrecken) eine Legescheide; dieselbe entspringt am vorletzten und drittletzten Segment und besteht jederseits aus einer oberen und unteren Scheidenklappe und einem inneren, der oberen Scheidenklappe anliegenden, auf einer Rinne am oberen Rande der unteren Scheidenklappe laufenden Stachelstab (Fig. 552). Die untere Scheidenklappe entsteht durch das Zapfenpaar des drittletzten Segmentes, die obere dagegen durch das äussere, der anliegende Stachelstab durch das innere Zapfenpaar des vorletzten Segmentes.

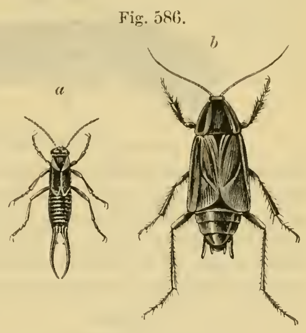
Viele Orthopteren besitzen eine als Kropf zu bezeichnende Erweiterung der Speiseröhre und einen Kaumagen, auf welchen der häufig mit einigen Blinddärmchen beginnende Chylusmagen folgt. Die Speicheldrüsen sind oft ausserordentlich umfangreich und mit einem blasenförmigen Reservoir versehen. Die Zahl der Malpighi'schen Gefässe ist mit einzelnen Ausnahmen eine sehr beträchtliche. Das Bauchmark zeigt drei grössere Brustganglien und fünf, sechs oder mehr kleinere Abdominalganglien. Einige Orthopteren besitzen tympanale Organe. Für die Geschlechtsorgane gilt im Allgemeinen das Vorhandensein zahlreicher Eiröhren und Hodenschläuche, in deren Leitungscanäle mächtige Drüsen einmünden. Eine Bursa copulatrix fehlt.

Alle durchlaufen eine unvollkommene Metamorphose. Beide Geschlechter unterscheiden sich — von der Verschiedenheit der äusseren Copulationsorgane und des Hinterleibsumfanges abgesehen — zuweilen durch die Grösse der Flügel *(Periplaneta)* oder den Mangel der Flügel im weiblichen Geschlechte *(Heterogamia, Pneumora)*, sowie bei den springenden Orthopteren durch die Ausbildung eines Stimmorgans am Körper des Männchen. Wahrscheinlich dienen die schrillenden Geräusche des letzteren dazu, die Weibchen herbeizulocken und zur Begattung anzuregen. Selten besitzt jedoch auch das Weibchen den Stimmapparat in vollkommener Ausbildung *(Ephippigera* unter den *Locustiden)*. Die Eier werden unter sehr verschiedenen Verhältnissen in der Erde oder an äussere Gegenstände abgesetzt. Die Larven der geflügelten Formen verlassen das Ei ohne Flügelstummel und stimmen bis auf die Zahl der Fühlerglieder und Hornhautfacetten in Körperform und Lebensweise mit den Geschlechtsthieren überein. Die meisten ernähren sich im ausgebildeten Zustande von Früchten und Blättern, einige von thierischen Substanzen.

1. Unterordnung. *Dermaptera.* Mit hornigen, kurzen Vorderflügeln, grossen der Länge und Quere nach faltbaren Hinterflügeln, mit zwei ungegliederten, eine Zange bildenden Anhängen am Endsegment des Abdomens. Geschlechtsöffnungen jederseits oder einseitig rudimentär.

Fam. *Forficulidae*, Ohrwürmer. Von langgestreckter Körperform, mit vier ungleichen Fügeln, von denen die vorderen kurze hornige Flügeldecken sind, welche dem Körper horizontal aufliegen und die fächerförmigen, durch Gelenke doppelt eingeschlagenen Hinterflügel bedecken (Fig. 586 *a*). Die schnurförmigen Fühler seitlich von den Augen. Unterlippe mit gespaltenen Stipites und dreigliedrigem Taster. Der neungliedrige Hinterleib endet mit einer Zange, deren Arme beim Männchen stark ausgebogen sind. Sie ernähren sich von Pflanzenstoffen, besonders Früchten, und verkriechen sich am Tage in Schlupfwinkeln, aus denen sie in der Dämmerung hervorkommen. *Forficula auricularia* L. (Fig. 586 *a*). *Labidura gigantea* Fabr.

Fig. 586.



a Forficula auricularia, b Blatta orientalis ♂ (règne animal).

2. Unterordnung. *Orthoptera* s. str.

I. *Cursoria.* Mit Laufbeinen.

Fam. *Blattidae.* Von flacher, länglich-ovaler Körperform, mit breitem schildförmigem Prothorax, langen vielgliedrigen Fühlern und starken Gangbeinen mit bestachelten Schienen und fünfgliedrigen Tarsen. Der Kopf wird von dem grossen Vorderbrustschilde überdeckt und entbehrt in der Regel der Ocellen. Die Vorderflügel sind grosse übereinander greifende Flügeldecken, können aber sammt den Hinterflügeln beim Weibchen *(Heterogamia)* oder auch in beiden Geschlechtern vollkommen fehlen. Waren schon im Silur vertreten. Das älteste bislang gefundene Insect aus dem Silur war eine Schabe *(Palaeoblattina Douvillei,* Brongn.). Die Schaben leben von harten thierischen Stoffen und halten sich lichtscheu am Tage in dunklen Verstecken auf. Viele Arten sind über alle Welttheile verschleppt und richten bei massenhaftem Auftreten in Bäckereien und Magazinen grossen Schaden an. Besonders gross sind die tropischen Formen. Die Weibchen legen ihre Eier kurz vor dem Ausschlüpfen der Jungen in Kapseln ab, welche bei *Periplaneta orientalis* circa vierzig Eier, in einer Doppelreihe gelagert, umschliessen. Die Metamorphose soll hier vier Jahre dauern. *Periplaneta orientalis* L., gemeine Schabe, soll aus dem Orient in Europa eingewandert sein (Fig. 586 *b*). *P. americana* Fabr., *Blatta lapponica* L., *B. germanica* Fabr., *Heterogamia* Burm.

II. *Gressoria.* Mit Schreitbeinen.

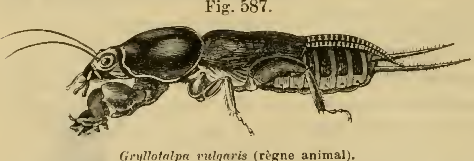
Fam. *Mantidae,* Fangheuschrecken. Mit vorderen Raubbeinen, deren gesägte Schienen gegen den gezähnten Schenkel eingeschlagen werden. Leben vom Raube anderer Insecten und sind Bewohner der wärmeren und heissen Klimate, nur kleinere Arten erstrecken sich bis in das südliche Europa. Die Weibchen legen ihre Eier klumpenweise an Pflanzen ab und umhüllen dieselben mittelst eines zähen, zu einer Kapsel erhärtenden Secretes, welches von fadenförmigen Anhangsschläuchen des Oviducts abgeschieden wird. *Mantis religiosa* L., Gottesanbeterin, im südlichen Europa (Fig. 533 *a*).

Fam. *Phasmidae,* Gespenstheuschrecken. Körper gestreckt, in der Regel linear, mit langen Schreitbeinen, deren fünfgliedrige Tarsen zwischen ihren Endklauen einen grossen Haftlappen tragen. Flügeldecken und Flügel häufig abortiv oder fehlend. Analfäden nicht gegliedert. Leben in den Tropengegenden und ernähren sich von Blättern. Die flügellosen Formen gleichen verdorrten Zweigen, die geflügelten trockenen Blättern. *Bacteria calamus* Fabr., Surinam. *Phasma fasciatum* Gray, Brasilien. *Phyllium siccifolium* L., Ostindien.

III. *Saltatoria.* Mit Springbeinen.

Fam. *Acridiidae,* Feldheuschrecken. Körper seitlich comprimirt mit senkrecht gestelltem Kopf und kurzen, schnur- oder fadenförmigen Fühlern. Pronotum schildförmig, das Mesonotum überragend. Die derben Vorderflügel sind nur wenig breiter als das Vorderfeld der hinteren, welche fächerförmig eingeschlagen, in der Ruhelage von jenen vollkommen bedeckt werden. Die Gehörorgane liegen jederseits am Metathorax (Fig. 542). Den Weibchen fehlt eine vorstehende Legescheide, sie besitzen aber eine obere und untere, je aus zwei hornigen Griffeln zusammengesetzte Genitalklappe. Die Männchen produciren ein schrillendes Geräusch, indem sie den gezähnten Innenrand der Hinterschenkel an vorspringenden Adern der Flügeldecken anstreichen. Aber auch bei den Weibchen ist dieser Stridulationsapparat, wenngleich rudimentär und nicht stärker ausgebildet als bei den männlichen Larven, vorhanden, und es vermögen somit die Weibchen mancher Arten schwache zirpende Töne hervorzubringen. Sie halten sich vorzugsweise auf Feldern, Wiesen und Bergen auf, im Frühjahr und Sommer als Larven, im Spätsommer und Herbst als Geschlechtsthiere, fliegen mit schnarrendem Geräusch in der Regel nur auf kurze Strecken und ernähren sich von Pflanzentheilen. *Tettix subulata* L., *Pneumora* Thnbg., *Oedipoda migratoria* L., Wanderheuschrecke im südlichen und östlichen Europa. Ungeheure Schwärme unternehmen gemeinsame Züge und verbreiten sich verheerend und zerstörend über Getreidefelder. *Oe. (Pachytylus) stridula* L. *Acridium tataricum* L., Südeuropa. *Truxalis nasuta* Fabr., Südeuropa.

Fig. 587.



Gryllotalpa vulgaris (règne animal).

Fig. 588.



Gryllus campestris ♂ (règne animal).

Fam. *Locustidae,* Laubheuschrecken. Körper langgestreckt, meist grasgrün oder braun gefärbt, mit sehr dünnen Fühlern und meist vertical dem Körper anliegenden Flügeldecken, Gehörorgan in den Schienen der Vorderbeine (Fig. 548). Die Weibchen besitzen eine säbelförmige weit vorragende Legescheide, welche aus einer rechten und linken Doppelklappe des achten und neunten Segments besteht, zwischen sich aber noch einen Stachelstab jederseits einschliesst, welcher am neunten Segmente entspringt. Die im Spätsommer oder im Herbste in der Erde abgesetzten Eier überwintern. Die Larven schlüpfen im Frühjahre aus und werden nach mehrfachen Häutungen erst im Spätsommer zu geflügelten Geschlechtsthieren. Die Laubheuschrecken leben im Wald und Gebüsch, auch wohl auf dem Felde und und sitzen hoch auf dem Gipfel der Halme oder Sträucher. *Decticus verrucivorus* L. Deutschland. *Locusta viridissima* L., Heupferd. *L. cantans* Charp., Schweiz. *Ephippigera perforata* Ross., Italien und Süddeutschland.

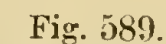
Fam. *Gryllidae,* Grabheuschrecken. Von dicker walziger Körperform, mit freiem und dickem Kopf, meist langen, borstenförmigen Fühlern und kurzen, horizontal aufliegenden Flügeldecken, welche von den eingerollten Hinterflügeln weit überragt werden. Die Vorderbeine sind zuweilen Grabfüsse. Das Männchen bringt durch Aneinanderreiben beider Flügeldecken, die übrigens die gleiche Bildung (Zähne einer Flügelader der Unterseite und vor-

springende glatte Ader der Oberseite) haben, schrillende Töne hervor, wahrscheinlich zum Heranlocken des Weibchens, und heftet während der Begattung an die weibliche Geschlechtsöffnung eine kolbige Spermatophore, welche ähnlich wie bei den Crustaceen bis zur Entleerung umhergetragen wird. Weibchen mit gerader, drehrunder und am Ende spindelförmiger Legescheide, seltener ohne Legescheide. Sie leben meist unterirdisch in Gängen und Höhlungen und ernähren sich sowohl von Wurzeln, als von animalischen Stoffen. Die Larven schlüpfen im Sommer aus und überwintern in der Erde. *Gryllotalpa vulgaris* Latr., Werre, Maulwurfsgrille (Fig. 587). Auf den Feldern und in Gärten verbreitet und sehr schädlich, legt etwa 200 bis 300 Eier, in einer verklebten Erdhülle eingeschlossen, am Ende der unterirdischen Gänge ab. *Myrmecophila acervorum* Panz. Lebt in Ameisenhaufen unter Steinen. *Gryllus campestris* L., Feldgrille (Fig. 588). *G. domesticus* L., Hausheimchen. *G. sylvestris* Fabr.

3. Ordnung. **Pseudoneuroptera.**[1])

Mit beissenden Mundwerkzeugen, dünnhäutigen, oft netzartig geaderten Flügeln und unvollkommener oder halbvollkommener Metamorphose.

Die Pseudoneuropteren schliessen sich nach Körperbau und Flügelform den Neuropteren an, mit denen sie oft vereinigt werden. Was beide unterscheidet, ist vornehmlich die Art der Verwandlung, die bei den Pseudoneuropteren eine unvollkommene ist und des ruhenden Puppenstadiums entbehrt. Sie besitzen einen langgestreckten Körper mit vollzählig segmentirtem Abdomen, welches meist mit griffel- und fadenförmigen Caudalanhängen endet. Die Flügel sind zarthäutig, fein geadert, die hinteren zuweilen beträchtlich kleiner.


Fig. 589.



Thrips cerealium, aus Nördlinger.

1. Unterordnung. *Physopoda, Thysanoptera.* Körper von geringer Grösse, schmal und flach, mit ziemlich gleichen, schmalen, behaarten, oft rudimentären Flügeln, mit borstenförmigen Mandibeln und saugenden Mundtheilen. Larven den ausgebildeten Thieren sehr ähnlich. Oft auch als eigene Ordnung *(Thysanoptera)* gesondert.

Fam. *Thripsidae.* Blasenfüsse. Die zweigliedrigen Tarsen enden mit einem saugnapfähnlichen Haftlappen. *Thrips physapus* L., in den Blüthen der Cichoreen. *Th. cerealium* Hal. (Fig. 589), Getreideblasenfuss, in Aehren von Weizen und Gerste.

2. Unterordnung. *Corrodentia.* Flügel wenig geadert, zuweilen ganz ohne Querader. Kopf mit starken, am Innenrande gezähnelten Mandibeln. Unterkiefer mit hakigem Kaustück, dessen Spitze mit zwei Zähnen besetzt ist, und mit häutigem Aussenlobus. Ernähren sich von trockenen vegetabilischen und thierischen Substanzen.

---

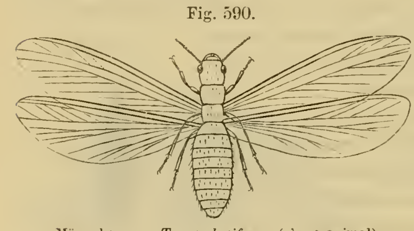
[1]) Ausser Charpentier, Fischer vergl. Pictet, Histoire naturelle des Insectes Neuroptères. Monographie. Genève 1841, 1845. De Sélys-Longchamps et Hagen, Revue des Odonates ou Libellules d'Europe. Bruxelles 1850. Dieselben, Monographie des Calopterygines et Gomphines. Bruxelles 1854 und 1857. H. Hagen, Monographie der Termiten. Lin. Entomol., Tom. X und XIV. Ch. Lespès, Recherches sur l'organisation et les moeurs du Termite lucifuge. Ann. des sc. nat., IVe sér., Tom. V, 1856. Fr. Müller, Beiträge zur Kenntniss der Termiten. Jen. nat. Zeitschr., Tom. VII, 1873.

Fam. *Psocidae,* Bücherläuse. *Troctes pulsatorius* L., Bücherlaus, flügellos, in Insectensammlungen und zwischen Papieren. *Psocus domesticus* Burm., *Ps. strigosus* Curt.

Fam. *Mallophaga* [1]), Pelzfresser. In ihrer Körperform den *Pediculiden* sehr ähnlich, jedoch durch den Besitz beissender Mundtheile unterschieden. Antennen drei- bis fünfgliedrig. Beine mit Klammerfüssen. Leben auf der Haut von Säugethieren und Vögeln und nähren sich von Haar- und Federkeimen, sowie von Blut. *Trichodectes canis* Deg., Hundelaus. *Liotheum anseris* Sulz. *Menopon pallidum* Nitsch., auf Hühnern.

Fam. *Termitidae,* weisse Ameisen. Mit 18- bis 20-gliedrigen Fühlern, mit zwei Ocellen vor den Augen und starken Mandibeln. Die gleich grossen zarten Flügel liegen in der Ruhe parallel dem Leibe auf. Die Termiten leben gesellig in Vereinen verschieden gestalteter Individuen, von denen die geflügelten die Geschlechtsthiere sind (Fig. 590), die ungeflügelten theils den Larven und Nymphen der ersteren entsprechen, theils eine ausgebildete, jedoch (bei *Calotermes*-Arten und *Termes lucifugus*) geschlechtlich verkümmerte männliche und weibliche Formengruppe repräsentiren. Diese gliedert sich wieder in Soldaten mit grossem viereckigem Kopfe und sehr starken Mandibeln, welche die Vertheidigung besorgen, und in Arbeiter mit kleinerem rundlichen Kopf und weniger vortretenden Mandibeln, denen die übrigen Arbeiten im Stocke obliegen (Fig. 591). Möglicherweise fehlen diesen bei den *Eutermes*-Arten jegliche Spuren von Geschlechtsorganen. Einzelne Arten leben schon in Südeuropa, die meisten aber gehören den heissen Gegenden Afrikas und Amerikas an, wo sie durch ihre Zerstörungen, sowie durch ihre Bauten berüchtigt sind. Die letzteren legen sie entweder in Baumstämmen, oft nur unter der Rinde, oder auf der Erde in Form von Hügeln an, die sie ganz und gar von Gängen und Höhlungen durchsetzen. Am unvollkommensten sind die Nester der *Calotermes*-Arten, welche nur enge Gänge im Holze nagen, die meist der Axe des Baumes gleichlaufen. Ein besonderer Raum für die Königin ist nicht vorhanden. Die Wand der Gänge ist meist mit einer dünnen Kothschicht bekleidet. Bei *Eutermes*-Arten mit spitzköpfigen Soldaten werden die Gänge so dicht, dass an Stelle des Holzes die Kothwände ausschliesslich zurückbleiben. Treten dieselben aus dem Baume hervor, so entstehen die sog. kugeligen Baumnester. Indessen gibt es auch den Bäumen von aussen angeklebte, aus Erde oder Lehm gefertigte Nester. Andere *Eutermes*-Arten legen die Nester in Erdhöhlungen unter Wurzeln von Palmen an. Hügelbauten endlich führt z. B. *Anoplotermes pacificus* aus. Hier fehlt der Soldatenstand. Männchen und Weibchen verlassen kurze Zeit, nachdem sie die Nymphenhaut abgestreift haben, den Termitenstock, begatten sich wahrscheinlich nach der Rückkehr vom Ausfluge im Nest und verlieren dann ihre Flügel bis auf die Basalstummel. Die Männchen bleiben im Stocke zurück, wie überhaupt nach den Angaben von Smeathman, Lespès, Bates etc. stets ein König in der Gesellschaft der Königin leben soll. Nach der Begattung schwillt die Königin, im Stocke zurückgehalten, in Folge der Vergrösserung des Ovariums zu kolossalen Dimensionen an und beginnt häufig in besonderen Räumen des Stockes die Eier abzusetzen, die alsbald von den Arbeitern fortgeschafft werden. *Termes lucifugus* Ross., Südeuropa (Fig. 590 und 591). *T. fatalis* L., im tropischen Afrika, baut Erdhügel von 10—12 Fuss Höhe. *Eutermes inquilinus* Fr. Müll., *Calotermes flavicollis* Fabr., Südeuropa. *Anoplotermes pacificus* Fr. Müll.

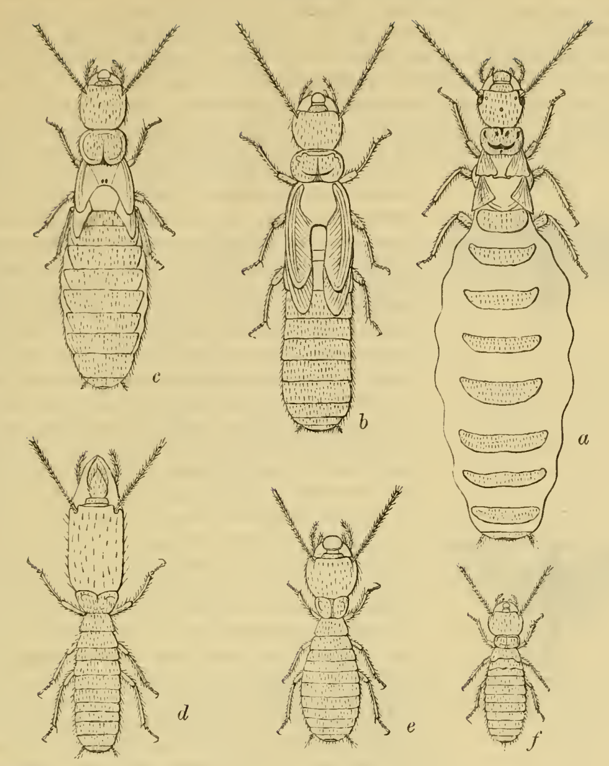
Fig. 590.



Männchen von *Termes lucifugus* (règne animal).

[1]) C. L. Nitzsch, Insecta epizoa. Herausgegeben von Giebel. Leipzig 1874.

Fig. 591.



a Trächtiges Weibchen (Königin) von *Termes lucifugus*. *b* Nymphe, *c* Nymphe der zweiten Form, *d* Soldat, *e* Arbeiter, *f* Larve. Sämmtlich nach Ch. Lespès.

3. Unterordnung. *Amphibiotica.* Die Larven leben im Wasser und athmen mittelst Tracheenkiemen.

Fam. *Perlidae*, Afterfrühlingsfliegen. In neuerer Zeit als Ordnung *(Plecoptera)* gesondert. Körper langgestreckt und flach, mit seitlich stehenden Augen, drei Ocellen und borstenförmigen Fühlern. Die Flügel sind ungleich, die verbreiterten Hinterflügel mit nach unten einschlagbarem Hinterfeld. Abdomen zehngliedrig, mit zwei langen gegliederten Reifen (Fig. 592). Männchen oft mit verkümmerten Flügeln. Die Weibchen tragen die Eier eine Zeit lang in einer Vertiefung des neunten Abdominalsegments mit sich und legen sie dann im Wasser ab. Die Thysanuren-ähnlichen Larven leben unter Steinen, haben meist am Thorax und Abdomen Tracheenkiemen und ernähren sich vornehmlich von Ephemeriden-Larven. *Nemura nebulosa* L., *Perla bicaudata* L., *P. (Pteronarcys) reticulata* Burm., mit büschelförmigen Tracheenkiemen, Sibirien.

Fam. *Ephemeridae*, Eintagsfliegen, Hafte. (Auch oft als Ordnung gesondert.) Mit schlankem weichhäutigen Körper, halbkugeligen Augen, drei Ocellen und kurzen borsten-

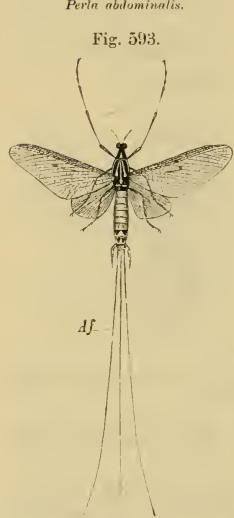
förmigen Fühlern. Die Vorderflügel gross, die hinteren klein, gerundet, zuweilen mit den vorderen verwachsen oder ganz fehlend. Mundtheile rudimentär. Die Leitungswege der Geschlechtsorgane bleiben bis zum Ende paarig und münden symmetrisch in zwei Geschlechtsöffnungen. Die Männchen mit sehr langen Vorderbeinen. Hinterleib zehngliedrig, mit drei langen Afterfäden, von denen der mittlere hinwegfallen kann. Das vorletzte Abdominalsegment des Männchens mit zwei gegliederten Copulationszangen. Die Eintagsfliegen leben im geflügelten Zustande nur kurze Zeit, ohne Nahrung aufzunehmen, ausschliesslich dem Fortpflanzungsgeschäfte hingegeben. Man findet sie oft an warmen Sommerabenden in grosser Menge die Luft erfüllend und trifft am andern Morgen ihre Leichen am Ufer angehäuft. Die Larven leben auf dem Grunde klarer Gewässer vom Raube anderer Insecten, besitzen einen grossen Kopf mit starken Mandibeln und gezähnten Maxillen, am Abdomen tragen sie sechs bis sieben Doppelpaare schwingender Platten, die als Tracheenkiemen fungiren, und am Hinterende drei lange gefiederte Schwanzborsten (Fig. 561 *a*). Die Larven häuten sich oftmals (bei *Chloëon* mehr als zwanzigmal) und sollen nach Swammerdam drei Jahre brauchen bis zum Uebergange in das geflügelte Insect. Nach dem Abstreifen der mit Flügelstummeln versehenen Nymphenhaut erfährt das geflügelte Insect als Subimago eine nochmalige Häutung und wird erst mit dieser zum Imago. *Ephemera vulgata* L. (Fig. 593). *Palingenia longicauda* Oliv., *Chloë diptera* L. Mit nur zwei Flügeln.

Fig. 592.



Perla abdominalis.

Fig. 593.



Ephemera vulgata (règne animal).
Af Analfäden.

Fam. *Libellulidae,* Wasserjungfern. (Meist als Ordnung *Odonata* gesondert.) Grosse, schlank gebaute Insecten mit querwalzigem, frei beweglichem Kopf, kurzen pfriemenförmigen, sechs- bis siebengliedrigen Fühlern und vier grossen, netzförmig gegitterten Flügeln. Mundtheile sehr kräftig entwickelt und von der grossen Oberlippe bedeckt. Die Unterkiefer mit verwachsener horniger Lade und eingliedrigem sichelförmigen Taster. Die Unterlippe mit einfacher oder getheilter Innenlade und getrennten, mit dem zweigliedrigen Taster verwachsenen Aussenladen. Der zehngliedrige Hinterleib mit zwei ungegliederten, zangenartig gegenüberstehenden Analgriffeln am letzten Segmente. Sie leben in der Nähe des Wassers vom Raube anderer Insecten, sind meist in beiden Geschlechtern verschieden gefärbt und haben einen ausdauernden raschen Flug. Bei der Begattung umfasst das Männchen mit der Zange seines Abdomens den Nacken des Weibchens, welches seinen Hinterleib nach der Basis des männlichen Abdomens umbiegt. An dieser liegt von der Geschlechtsöffnung entfernt das bereits vorher mit Sperma gefüllte Copulationsorgan. Die Larven leben im Wasser und ernähren sich ebenfalls vom Raube, zu dem sie besonders durch den Besitz eines eigenthümlichen, durch die Unterlippe gebildeten Fangapparates (Maske) befähigt werden (Fig. 579). Viele athmen durch Kiementracheen, welche am Ende des Hinterleibes oder im Mastdarme liegen (Fig. 561 *b*). *Calopteryx virgo* L., *Agrion puella* L., *Aeschna grandis* L., *Libellula vulgata* L., *L. flaveola* L.

4. Ordnung. **Neuroptera**[1], **Netzflügler.**

Insecten mit beissenden Mundwerkzeugen, mit freiem Prothorax, häutigen, netzförmig geaderten Flügeln und vollkommener Verwandlung.

Die Neuropteren schliessen sich ihrem Aussehen nach am nächsten den Libellen und Eintagsfliegen an. Beide Flügelpaare sind von gleicher häutiger Beschaffenheit, sowie von ziemlich übereinstimmender Grösse und werden von dichter, netzartiger Aderung durchzogen, die indess von der Aderung der Pseudoneuropteren verschieden ist. Die Vorderflügel sind niemals mehr Flügeldecken, die hinteren werden nicht in Falten zusammengelegt. Die Mundwerkzeuge zeigen eine grössere Annäherung zu den Käfern, indem die Unterlippe nur selten noch eine mediane Spaltung erkennen lässt, vielmehr beide Ladenpaare zu einer unpaaren Platte verwachsen sind. In der Regel sind die Fühler vielgliedrig, schnur- und borstenförmig, die Augen von mittlerer Grösse, die Tarsen fünfgliedrig. Der Prothorax ist stets frei beweglich, das Abdomen aus acht oder neun Segmenten zusammengesetzt. Das Nervensystem schliesst sich dem der Orthopteren an und besteht auch hier aus deutlich getrennten Brust- und Bauchganglien. Am Darmcanal findet sich stets ein muskulöser Vormagen *(Myrmeleontiden, Panorpiden)*, während ein Saugmagen nur den *Hemerobiiden* zukommt. Sechs bis acht lange Malpighi'sche Gefässe entspringen am Enddarm. Die Metamorphose ist stets eine vollkommene. Die vom Raube anderer Thiere lebenden, mit Beiss- oder Saugzangen (von Mandibeln und Maxillen gemeinsam gebildet) versehenen Larven verwandeln sich in eine ruhende Puppe, welche bereits die Theile des geflügelten Insectes erkennen lässt und häufig von einem Cocon umschlossen wird, aber die Fähigkeit der Ortsveränderung insofern besitzt, als sie vor dem Ausschlüpfen die Ruhestätte verlässt und einen für die weitere Entwicklung geeigneten Ort aufsucht. Fossile Reste treten in der Tertiärformation, zahlreicher in Bernstein auf.

Fam. *Panorpidae*, Schnabelfliegen. Mit kleinem, senkrecht gestelltem Kopf. Die vielgliedrigen Fühler stehen unter den Ocellen auf der Stirn. Mundgegend schnabelförmig verlängert. Flügel lang und schmal, einander gleich. Die Larven sind raupenähnlich, dreizehngliedrig, mit herzförmigem Kopf und beissenden Mundwerkzeugen, und leben in feuchter Erde, wo sie sich hufeisenförmige Gänge graben und in ovalen Höhlungen verpuppen. *Panorpa communis* L. (Fig. 595). *Bittacus tipularius* Fabr.

Fam. *Sialidae*. Mit grossem, oft schief nach vorne geneigtem Kopf und halbkugelig vortretenden Facettenaugen. Die Flügel liegen in der Ruhe dachförmig auf. Die Larven besitzen beissende Mundtheile mit viergliedrigen Kiefertastern und dreigliedrigen Labialtastern. *Sialis lutaria* L. Die Larve lebt im Wasser und besitzt am Hinterleib Tracheenkiemen. *Corydalis cornuta* L., *Raphidia ophiopsis* Schum., Kameelhalsfliege.

Fam. *Hemerobiidae*, Florfliegen. Mit senkrecht gestelltem Kopf und fadenförmigen oder schnurförmigen Fühlern. Beide Flügelpaare glasartig durchsichtig, von ziemlich gleicher

---

[1]) E. Pictet, Histoire naturelle des Neuroptères. Genf 1834. Fr. Brauer und Fr. Löw, Neuroptera Austriaca. Wien 1857. Fr. Brauer, Beiträge zur Kenntniss der Verwandlung der Neuropteren. Verhandl. der zool.-bot. Gesellsch. zu Wien, Tom. IV und V.

Grösse. Die Larven saugen Insecten und Spinnen aus. *Mantispa pagana* Fabr. Vorderbeine Raubfüsse. Prothorax stark verlängert (Fig. 594 *a, b, c*). Die ausschlüpfenden Larven bohren sich mit ihren Saugzangen nach acht Monate langer Fastenzeit in die Eiersäckchen der Spinnen und saugen Eier und Junge aus. Nach der ersten Häutung reduciren sich die Beine zu kurzen Stummeln und der Körper wird einer Hymenopterenmade ähnlich. Zur Verpuppung spinnen sie sich im Eiersack ein Cocon und streifen Mitte Juni die Larvenhaut ab. Die Nymphe durchbricht das Gespinnst und läuft eine Zeit lang umher, bis sie nach Abstreifung der Haut in das geflügelte Insect übergeht. *Chrysopa perla* L., Florfliege. Eier lang gestielt. Die Larve mit sichelförmig gebogenen Saugzangen lebt von Blattläusen und verfertigt sich ein kugeliges Cocon. *Hemerobius lutescens* Fabr., Blattlauslöwe. Die Larven leben von Blattläusen. *Osmylus maculatus* Fabr., *Nemoptera* (*Nematoptera* Burm.) *coa* L., Kleinasien und Türkei.

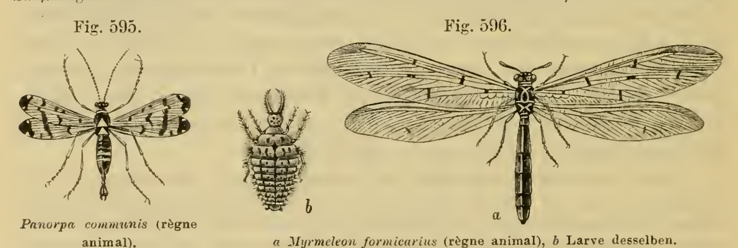
Fam. *Myrmeleontidae*, Ameisenlöwen. Mit senkrecht gestelltem grossen Kopf und an der Spitze kolbig verdickten Fühlern. Prothorax kurz, halsförmig. Mesothorax auffallend gross. Flügel gleich gross. Die Larven mit gezähnten, aus Mandibeln und Maxillen zusammengesetzten Saugzangen und kurzem breiten Abdomen leben auf leichtem Sandboden, in dem sie Trichter aushöhlen. Zur Verpuppung spinnen sie eine kugelige Hülse. *Myrmeleon formicarius* L. (Fig. 596). *M. formicalynx* Fab., *Palpares libelluloides* L., Südeuropa. *Ascalaphus italicus* Fabr.

Fig. 594.



a Larve von *Mantispa styriaca* nach dem Ausschlüpfen. *b* Dieselbe vor der Verpuppung. Nach F. Brauer. *c Mantispa pagana* (règne animal).

Fig. 595. Fig. 596.



Panorpa communis (règne animal).

a Myrmeleon formicarius (règne animal), *b* Larve desselben.

5. Ordnung. **Trichoptera.** [1])

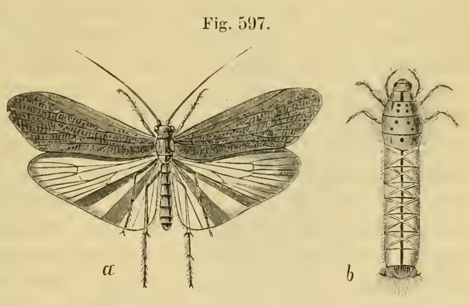
Insecten mit rudimentären Mandibeln und einem durch Unterkiefer und Unterlippe gebildeten Saugrüssel, mit behaarten oder beschuppten Vorderflügeln und fächerförmig faltbaren Hinterflügeln, mit kleinem ringförmigen Prothorax und vollkommener Verwandlung.

---

[1]) J. Pictet, Recherches pour servir à l'histoire et l'anatomie des Phryganides. Genève 1834. H. Hagen, Synopsis of the British Phryganidae. Entomol. Annual for 1859, 1860 and 1861.

Von den Neuropteren, mit denen sie meist vereinigt werden, unterscheiden sich die Trichopteren durch die Beschuppung der Flügel und durch die Mundwerkzeuge, die zum Saugen dienen und zu denen der Lepidopteren hinführen. Auch sind die Mandibeln wie dort verkümmert. Während des Puppenzustandes werden die Mandibeln, in manchen Fällen (*Oestropsiden* Brauer) aber auch Kiefertaster und Unterlippe rückgebildet. Die Larven leben im Wasser, und zwar in röhrenförmigen, bei *Hydropsyche* und *Rhyacophila* an Steinen befestigten Gehäusen, in deren Wandung sie Sandkörnchen, Pflanzentheile und leere Schneckengehäuse aufnehmen, haben beissende Mundwerkzeuge und fadenförmige Kiementracheen an den Leibessegmenten. Aus diesen Röhren strecken sie den hornigen Kopf und die drei mit Beinpaaren versehenen Brustsegmente hervor und kriechen umher. Die Nymphe verlässt das Gehäuse, welches ihr auch als Puppenhülle dient, um sich ausserhalb des Wassers zum geflügelten Insecte zu entwickeln. Dieses gleicht in mehrfacher Hinsicht den Lepidopteren und hält sich in der Nähe des Wassers an Blättern und Baumstämmen auf.

Fig. 597.



a Phryganea striata. b Die aus dem Gehäuse befreite Larve (règne animal).

Fam. *Phryganidae*, Frühlingsfliegen. Der kleine, senkrecht gestellte Kopf mit langen borstenförmigen Fühlern und halbkugelig vortretenden Augen. Die beschuppten Flügel mit nur wenigen Queradern, dachförmig dem Rücken aufliegend. Die Weibchen legen die Eier klumpenweise, in einer Gallerthülle eingeschlossen, an Blättern und Steinen in der Nähe des Wassers ab. *Phryganea striata* L. (Fig. 597), *Mystacides quadrifasciatus* Fabr., *Hydropsyche variabilis* Pict., *Rhyacophila vulgaris* Pict.

6. Ordnung. **Rhynchota**[1]) (= **Hemiptera**), **Schnabelkerfe.**

Insecten mit gegliedertem Schnabel (Rostrum), stechenden Mundwerkzeugen, mit meist freiem Prothorax, ohne oder mit halbvollkommener Metamorphose.

Die Mundwerkzeuge, durchweg zur Aufnahme einer flüssigen Nahrung eingerichtet, stellen gewöhnlich einen Schnabel dar, in welchem die Mandibeln und Maxillen als vier grätenartige Stechborsten vor- und zurückgeschoben werden (Fig. 547). Der Schnabel *(Rostrum)*, aus der Unterlippe

[1]) Burmeister, Handbuch der Entomologie. II. Bd., Berlin 1835. J. Hahn, Die wanzenartigen Insecten. Nürnberg 1831—1849. Fortgesetzt von H. Schäffer. F. X. Fieber, Die europäischen Hemipteren nach der analytischen Methode. Wien 1860. P. Mayer, Zur Anatomie von Pyrrhocoris aptera. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1874. O. Geise, Die Mundtheile der Rhynchoten. Archiv für Naturgesch., Tom. XLIX.

hervorgegangen, ist eine drei- bis viergliedrige, nach der Spitze verschmälerte, ziemlich geschlossene Röhre und wird an der breiteren klaffenden Basis von der verlängerten dreieckigen Oberlippe bedeckt. Die Fühler sind entweder kurz, dreigliedrig mit borstenförmigem Endgliede oder mehrgliedrig und oft langgestreckt. Die Augen bleiben klein und sind facettirt; häufig finden sich zwei Ocellen zwischen den Facettenaugen. Der Prothorax ist meist gross und frei beweglich, es können aber auch alle Thoracalsegmente verschmolzen sein. Flügel fehlen zuweilen ganz, selten sind zwei, in der Regel vier Flügel vorhanden, dann sind entweder die vorderen halbhornig und an der Spitze häutig *(Hemiptera)*, oder vordere und hintere sind gleichgebildet und häutig *(Homoptera)*, die vorderen freilich oft derber und pergamentartig. Die Beine sind in der Regel Gangbeine, dienen zuweilen aber auch zum Schwimmen, in anderen Fällen die hinteren zum Springen oder die vorderen zum Raube. Der Darmcanal zeichnet sich durch die umfangreichen Speicheldrüsen und durch den complicirten, oft in drei Abschnitte getheilten Chylusmagen aus, hinter welchem meist vier Malpighische Gefässe in den Enddarm münden. Das Bauchmark concentrirt sich oft auf drei, meist sogar auf zwei Thoracalganglien. Mit Ausnahme der Cicaden besitzen die weiblichen Geschlechtsorgane nur vier bis acht Eiröhren, ein einfaches Receptaculum seminis und keine Begattungstasche. Die Hoden sind zwei oder mehrere Schläuche, deren Samenleiter gewöhnlich am unteren Ende blasenförmig anschwellen. Viele (Wanzen) verbreiten einen widerlichen Geruch, welcher von dem Secrete einer im Mesothorax oder im Metathorax gelegenen, im letzteren Falle zwischen den Hinterbeinen ausmündenden Drüse herrührt. Andere (Homopteren) sondern durch zahlreiche Hautdrüsen einen weissen Wachsflaum auf der Oberfläche ihres Körpers ab. Alle nähren sich von vegetabilischen oder thierischen Säften, zu denen sie sich vermittelst der stechenden Gräten ihres Schnabels Zugang verschaffen, viele werden durch massenhaftes Auftreten jungen Pflanzen verderblich und erzeugen zum Theile gallenartige Auswüchse, andere sind Parasiten an Thieren. Die ausgeschlüpften Jungen besitzen bereits die Körperform und Lebensweise der geschlechtsreifen Thiere, entbehren aber der Flügel, die allerdings schon nach einer der ersten Häutungen als kleine Stummel auftreten. Die echten Cicaden bedürfen eines Zeitraumes von mehreren Jahren zur Metamorphose. Die männlichen Schildläuse verwandeln sich innerhalb eines Cocons in eine ruhende Puppe und durchlaufen somit eine vollkommene Metamorphose.

1. Unterordnung. *Aptera.* Flügellose Insecten, mit kurzem, fleischigem Schnabel und breiten schneidenden Stechborsten, mit undeutlich gegliedertem Thorax und meist neungliedrigem Hinterleib.

Die Mundwerkzeuge der *Pediculiden*[1]) sind saugend und stechend und

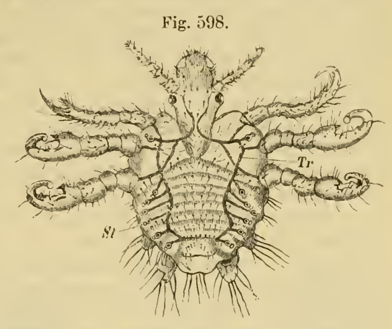
---

[1]) L. Landois, Untersuchungen über die auf dem Menschen schmarotzenden Pediculinen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Tom. XIV, 1864, Tom. XV, 1865.

bestehen aus einem vorstülpbaren, von zwei Chitinstäben gestützten, Widerhäkchen tragenden Rüssel (Unterlippe nebst Oberlippe) und einem aus diesem vorstreckbaren Hohlstachel, die möglicherweise auf die verwachsenen Mandibeln und Maxillen zurückzuführen ist. Flügel fehlen. Anstatt der Facettenaugen sind einfache Punktaugen vorhanden. Die Entwicklung erfolgt ohne Metamorphose. Sie leben parasitisch und ernähren sich von Blut.

Fam. *Pediculidae,* Läuse. Mit stechenden und saugenden Mundtheilen. Fühler fünfgliedrig. Die Klammerfüsse mit hakenförmigem Endgliede. Leben auf der Haut von dem Blute der Säugethiere und legen ihre birnförmigen Eier (Nisse) an der Wurzel der Haare ab. Die ausschlüpfenden Jungen der Kopflaus des Menschen sind schon in achtzehn Tagen ausgewachsen und fortpflanzungsfähig. *Pediculus capitis* Deg., Kopflaus des Menschen. *P. vestimenti* Burm., Kleiderlaus (grösser und von blasser Färbung). *Phthirius pubis* L., Schamlaus (Fig. 598).

Fig. 598.

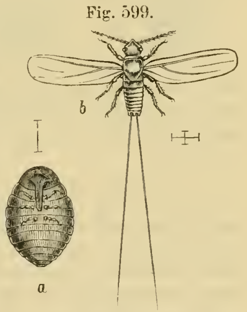


Phthirius pubis, nach Landois. *St* Stigmen, *Tr* Tracheen.

2. Unterordnung. *Phytophthires*[1]), *Pflanzenläuse.* Rhynchoten mit zwei häutigen Flügelpaaren, im weiblichen Geschlecht jedoch meist flügellos. Sehr häufig wird die Oberfläche der Haut von einem dichten Wachsflaum überdeckt, dem Absonderungsproduct von Hautdrüsen, welche gruppenweise unter warzigen Erhebungen der Segmente zusammengedrängt liegen (Fig. 555*a*).

Fam. *Coccidae,* Schildläuse. Die grösseren Weibchen haben einen schildförmigen Leib und sind flügellos, die viel kleineren Männchen besitzen dagegen grosse Vorderflügel, zu denen noch verkümmerte Hinterflügel hinzukommen können. Die letzteren entbehren im ausgebildeten Zustande des Rüssels und der Stechwaffen und nehmen keine Nahrung mehr auf, während die plumpen, oft unsymmetrischen und sogar die Gliederung einbüssenden Weibchen mit ihrem langen Schnabel bewegungslos in dem Pflanzenparenchym eingesenkt sind. Die Eier werden unter dem schildförmigen Leibe abgesetzt und entwickeln sich, von dem eintrocknenden Körper der Mutter geschützt, nach vorausgegangener Befruchtung *(Coccus)* zuweilen parthenogenetisch *(Lecanium, Aspidiotus).* Im Gegensatze zu den Weibchen erleiden die Männchen eine vollkommene Metamorphose, indem sich die flügellosen Larven mit einem Gespinnste umgeben und in eine ruhende Puppe umwandeln. Viele sind in Treibhäusern sehr schädlich, andere werden für die Industrie theils durch den Farbstoff, den sie in ihrem Leibe erzeugen *(Cochenille),* theils dadurch nützlich, dass sie durch ihren Stich den Ausfluss von pflanzlichen Säften veranlassen, welche getrocknet

Fig. 599.



Coccus cacti. a Weibchen, *b* Männchen. Nach Burmeister.

[1]) C. Bonnet, Traité d'Insectologie, Tom. I, Paris 1745. J. F. Kyber, Erfahrungen und Bemerkungen über die Blattläuse. Germar's Magaz. der Entomol. Tom. I, 1815. J. H. Kaltenbach, Monographie der Familie der Pflanzenläuse. Aachen 1843. R. Leuckart, Die Fortpflanzung der Rindenläuse. Archiv für Naturgesch., 1859.

im Haushalte des Menschen Verwendung finden *(Manna, Lack). Aspidiotus nerii* Bouché, auf Oleander. *Lecanium hesperidum* L., *L. persicae* Bouché. *Kermes ilicis* L., auf Quercus coccifera, sodann *K.? (Coccus) lacca* Kerr., auf Ficus religiosa, in Ostindien. *Coccus cacti* L. (Fig. 599), lebt auf Opuntia coccinellifera (Mexico), liefert die Cochenille. *C. adonidum* L., *C.* (?) *manniparus* Ehrbg., auf Tamarix (Manna).

Fam. *Aphidae* [1]), Blattläuse. In der Regel finden sich vier durchsichtige, wenig geaderte Flügel, die jedoch dem Weibchen, selten auch dem Männchen fehlen können. Die Blattläuse leben von Pflanzensäften aus Wurzeln, Blättern und Knospen ganz bestimmter Pflanzen, häufig in den Räumen gallertartiger Anschwellungen oder Blattdeformitäten, die durch den Stich dieser Thiere erzeugt werden. Viele besitzen auf der Rückenfläche des drittletzten Abdominalsegmentes zwei „Honigröhren", aus denen eine süsse, von Ameisen eifrig aufgesuchte Flüssigkeit, der Honigthau, secernirt wird. Ausser den in der Regel flügellosen Weibchen, welche meist erst im Herbste zugleich mit geflügelten Männchen auftreten und nach der Begattung befruchtete Eier ablegen, gibt es vivipare, meist geflügelte Generationen (sog. Ammen), die vorzugsweise im Frühjahr und Sommer verbreitet sind und ohne Zuthun von Männchen ihre lebendige Brut erzeugen (Fig. 133*c*). Bonnet sah bereits neun Generationen viviparer Aphiden aufeinander folgen. Sie unterscheiden sich von den echten oviparen Weibchen nicht nur in Form und Färbung, sowie häufig durch den Besitz von Flügeln, sondern durch wesentliche Eigenthümlichkeiten des Geschlechtsapparates und der Eier (*Pseudova,* Keime), indem ein Receptaculum seminis fehlt und die Eier bereits in den sehr langen Eiröhren (Keimröhren) unter fortschreitendem Wachsthum die Embryonalentwicklung durchlaufen. Vivipare und ovipare Aphiden folgen meist in gesetzmässigem Wechsel, indem aus den befruchteten, überwinterten Eiern der Weibchen im Frühjahre vivipare Weibchen hervorgehen, deren Nachkommenschaft ebenfalls vivipar ist und durch zahlreiche Generationen hindurch lebendig gebärende Formen erzeugt. Im Herbste erst werden Männchen und ovipare Weibchen geboren, die sich mit einander begatten. Die *Pemphiginen (Schizoneura, Pemphigus)* weichen insofern ab, als die sehr kleinen und ungeflügelten Männchen und Weibchen des Rüssels und Darmcanals entbehren und somit einen Grad der Rückbildung zeigen, wie er auch für die Geschlechtsthiere der Rindenläuse zutrifft.

Von manchen Formen scheinen vivipare Individuen in Ameisenhaufen zu überwintern. Wahrscheinlich als Nachkommen überwinterter Ammen können auch im Frühjahre die beiderlei Geschlechtsthiere (zur Zeit der Geburt bereits vollkommen reif, flügellos und ohne Rüssel) auftreten, wie solches durch Derbès für *Pemphigus terebinthi* nachgewiesen wurde. Hier folgt alsdann die Generation der ungeflügelten Ammen, welche die Gallen erzeugen, und als Nachkommen derselben die geflügelten, sich überall verbreitenden (und überwinternden) Formen.

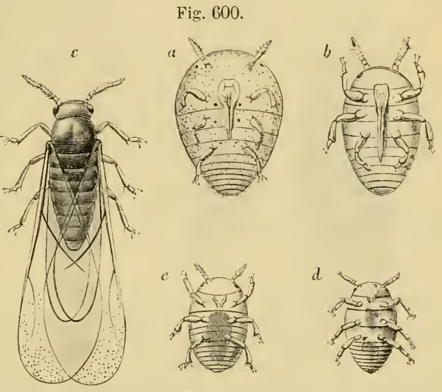
Die Fortpflanzung der *Rindenläuse* weicht insofern ab, als hier anstatt der viviparen Generationen ovipare, parthenogenetisch sich fortpflanzende Generationen auftreten. Die weibliche flügellose sog. Tannenlaus (*Chermes abietis* L.) (A) überwintert an der Basis der beschuppten jungen Fichtenknospe, wächst im Frühjahre an derselben Stelle beträchtlich, häutet sich mehrmals und legt zahlreiche Eier ab, welche sich parthenogenetisch entwickeln. Die ausgeschlüpften Jungen stechen die geschwollenen Nadeln des Triebes an und erzeugen die Ananas-ähnliche Galle. Später entwickeln sie sich zu geflügelten Weibchen (B), welche wieder parthenogenetisch sich entwickelnde Eier ablegen. Die ungeflügelten, gelblich gefärbten Formen, von denen man seither annahm, dass sie zu der am Grunde der Knospen überwinternden Generation von Weibchen würden, sind die Geschlechtsthiere (E), und zwar sind die Formen mit bräunlichem Hinterleibe die bis vor kurzer Zeit unbekannt gebliebenen Männchen. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die Zahl der Generationen eine grössere und ihr Verhältniss zu einander ein sehr verwickeltes, in allen Einzelheiten noch nicht völlig aufgeklärtes ist. Ein Theil der geflügelten

[1]) Derbès, Notes sur les aphides du pistachier térébinthe. Ann. des sc. nat. 1872.

Generation (B) wandert nämlich von der Fichte auf die Lärche und erzeugt parthenogenetisch eine ungeflügelte Generation (C), welche auf der Lärche überwintert. Aus dieser geht dann eine geflügelte Generation (D) hervor, welche auf die Fichte zurückfliegt und aus ihren Eiern die ungeflügelten Männchen und Weibchen (E) hervorgehen lässt, deren Nachkommen zu der ersten Generation (A) zurückführen. Die auf der Fichte zurückgebliebenen Formen von (B) erzeugen eine ungeflügelte Generation überwinternder Weibchen (A′), aus deren Eiern sich im nächsten Jahre wieder eine geflügelte Sommergeneration (B′) entwickelt. Bei *Phylloxera quercus* treffen wir ausser beiden Generationen eine im Herbste auftretende Generation sehr kleiner beweglicher Männchen und Weibchen (ohne Saugrüssel und Darm), die aus zweierlei, an den Wurzeln abgelegten Eiern entstanden sind. Das Weibchen legt nach der Begattung nur ein Ei ab.

Aehnlich verhält sich die berüchtigte Reblaus, *Phylloxera vastatrix.*[1]) Aus den unter der Rinde des Rebstockes abgelegten Wintereiern schlüpfen im Frühjahre Formen, welche flügellos bleiben und wohl in der Regel zunächst am Stamme aufwärts wandernd zu den Gallenläusen der Blätter werden. Diese pflanzen sich durch mehrere Generationen parthenogenetisch fort, von denen die abwärts wandernden Individuen an die Wurzeln gelangen und als Wurzelläuse die Nodositäten an den Wurzeln der Rebe erzeugen. Auch diese können sich viele Generationen hindurch parthenogenetisch fortpflanzen. Erst im Spätsommer entwickeln sich die geflügelten Formen, welche ebenfalls als agame Weibchen parthenogenetisch sich fortpflanzen, die Ausbreitung der Art ermöglichen und dimorphe Eier legen. Aus den grossen entstehen die darmlosen Weibchen, aus den kleinen die ebenfalls darmlosen Männchen (Fig. 600). Die Hauptfeinde der Blattläuse sind die Larven von *Ichneumoniden (Aphidius), Syrphiden, Coccinellen* und *Hemerobiden.*

Fig. 600.



Phylloxera vastatrix. *a, b, c* nach Taschenberg, *d, e* nach Fatio, *a* Gallenbewohnende Form, *b* ungeflügelte Wurzellaus, *c* geflügelte Generation, *d* Männchen, *e* echtes Weibchen.

a) Blattläuse s. st. *Lachnus pini* L., *L. juglandis* L., *L. fagi* L., *Aphis brassicae* L., *A. rosae* L. — *Schizoneura lanigera* Hartg., Apfelbaum. *Pemphigus bursarius* L.

b) Rindenläuse. *Chermes abietis* L. (viridis Ratz), erzeugt die Ananas-ähnlichen Gallen der Fichte, mit der Lärchenlaus als Zwischengeneration. *Ch. strobilobius* Kltb. (= coccineus Ratz) lebt auch auf Fichten. *Ch. piae* Ratz, lebt auf der Weisstanne *Phylloxera quercus* von Heyd., an Eichblättern. *Ph. vastatrix,* Reblaus (Fig. 600).

Fam. *Psyllidae (Psyllodes),* Blattflöhe. Im ausgebildeten Zustande stets geflügelt. Fühler lang, zehngliedrig. Die hinteren Beine dienen zum Sprunge. Geben durch ihren Stich häufig Veranlassung zu Deformitäten von Blüthen und Blättern. *Psylla alni* L., *Livia juncorum* Latr.

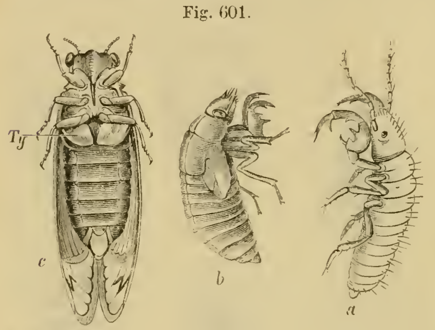
---

[1]) Ausser Balbiani vergl. besonders Signoret, Phylloxera de la vigne. Ann. de la soc. Ent. de France. Tom. IX, 1869, Tom. X, 1870. J. Lichtenstein, Beiträge zur Biologie der Gattung Phylloxera. Stett. Ent. Zeitung, 1875, 1876. F. Blochmann, Ueber die Geschlechtsgeneration von *Chermes abietis* L. Biol. Centralblatt, 1887. L. Dreyfus, Ueber Phylloxerinen. Wiesbaden 1889. N. Cholodkovsky, Beiträge zu einer Monographie der Coniferenläuse. I, Petersburg 1895.

3. Unterordnung. *Homoptera (Cicadaria), Cicaden, Zirpen.* Beide Flügelpaare sind in der Regel von häutiger Beschaffenheit, zuweilen wenigstens im vorderen Paare undurchsichtig lederartig und gefärbt und liegen in der Ruhe dem Körper schräg auf. Der Kopf ist verhältnissmässig gross und oft in Fortsätze verlängert. Der Schnabel entspringt stets weit nach unten, scheinbar zwischen den Vorderfüssen und besteht aus drei Gliedern (Fig. 601). Bei vielen sind die Hinterbeine Sprungbeine, mit denen sich die Thiere vor dem Fluge fortschnellen. Die Weibchen besitzen einen Legestachel und bringen die Eier oft unter die Rinde und in Zweigen der Pflanzen. Die Larven grösserer Arten brauchen mehrere Jahre zu ihrer Entwicklung.

Fam. *Cicadellidae*, Kleinzirpen. *Jassus biguttatus* Fabr., *Ledra aurita* L., *Tettigonia vittata* L., *Aphrophora*, Prothorax trapezoidal (siebeneckig). Flügeldecken lederartig. Hinterschienen mit drei starken Dornen. Die Larven lassen aus dem After einen blasigen Schaum (Kuckuckspeichel) vortreten, in den sie sich einhüllen. *A. spumaria* L., Schaumcicade.

Fig. 601.



Cicada septendecim, nach Packard. *a* Larve, *b* Puppe, *c* Männchen. *Ty* Singapparat.

Fam. *Membracidae*, Buckelzirpen. Kopf von dem grossen, mit buckelförmigen Fortsätzen versehenen Prothorax überragt. *Centrotus cornutus* L., *Membracis lateralis* Fabr.

Fam. *Fulgoridae*, Leuchtzirpen. Bei vielen bedeckt sich der Hinterleib dicht mit langen Wachssträngen und Wachsflaum, welcher bei einer Art *(Flata limbata)* in so reicher Menge secernirt wird, dass derselbe gewonnen wird und als „chinesisches Wachs" in den Handel kommt. *Fulgora laternaria* L., der Laternenträger aus Surinam, sollte nach den irrthümlichen Angaben Merian's aus dem laternenförmigen Stirnfortsatze Licht ausstrahlen. *F. candelaria* L., chinesischer Laternenträger. *Lystra lanata* L. und andere amerikanische Arten. *Flata limbata* Fabr., China.

Fam. *Cicadidae* = *Stridulantia*, Singcicaden. Der dicke Hinterleib beim Männchen mit Stimmorgan, welches einen lautschrillenden Ton hervorbringt (Fig. 601). Als scheue Thiere halten sie sich am Tage zwischen Blättern versteckt. Sie leben von den Säften junger Triebe und können durch ihren Stich das Ausfliessen süsser Pflanzensäfte veranlassen, die zu dem Manna erhärten (*Cicada orni* L., Sicilien). Die Weibchen haben einen sägeförmigen Legebohrer zwischen zwei gegliederten Klappen. Die ausschlüpfenden Larven kriechen in die Erde, in der sie sich mit ihren schaufelförmigen Vorderbeinen eingraben und saugen Wurzeln an. *Cicada orni* L., Südeuropa. *C. septendecim* Fabr., Brasilien, *C. haematodes* L., Süddeutschland.

4. Unterordnung. *Hemiptera, Wanzen.* Die vorderen Flügelpaare sind halbhornig, halbhäutig *(Hemielytra)* und liegen dem Körper horizontal auf. Manche Arten entbehren der Flügel, ebenso die Weibchen einiger im männlichen Geschlechte geflügelten Arten. Der erste Brustring ist gross und frei beweglich. Der Rüssel entspringt frontal und liegt in der Ruhe meist unter

der Brust eingeschlagen. Einige Arten der Reduvinen erzeugen ein schrillendes Geräusch, so *Pirates stridulus* durch die Bewegung des Halses am Prothorax.

1. Tribus. *Hydrocores = Hydrocorisae*, Wasserwanzen. Fühler kürzer als der Kopf, drei- oder viergliedrig, mehr oder minder versteckt. Schnabel kurz. Nähren sich von thierischen Säften.

Fam. *Notonectidae*, Rückenschwimmer. *Corixa striata* L., *Notonecta glauca* L., Wasserwanze.

Fam. *Nepidae*, Wasserscorpione (Fig. 602). *Naucoris cimicoides* L., *Nepa cinerea* L., Wasserscorpion. *Ranatra linearis* L.

2. Tribus. *Geocores*, Landwanzen. Fühler vorgestreckt, mittellang und vier- oder fünfgliedrig. Schnabel meist lang.

Fam. *Hydrometrae (Ploteres)*, Wasserläufer. *Hydrometra lacustris* L., *Limnobates stagnorum* L., *Velia rivulorum* Latr., *Halobates sericeus* Esch., Stiller Ocean.

Fam. *Reduviidae (Reduviini)*, Schreitwanzen. *Reduvius personatus* L., *Pirates stridulus* Fabr., Südeuropa.

Fam. *Acanthiadae (Membranacei)*, Hautwanzen. *Acanthia lectularia* L., Bettwanze. *Aradus depressus* Fabr. (*corticalis* L.).

Fam. *Lygaeidae (Lygaeodes)*, Langwanzen. *Lygaeus equestris* L., *Pyrrhocoris apterus* L., Feuerwanze.

Fig. 602.



Nepa cinerea (règne animal).

Fam. *Pentatomidae*, Schildwanzen. *Pentatoma junipera* L., *P. rufipes* L., *P. oleracea* L.

7. Ordnung. **Diptera**[1] **(Antliata), Zweiflügler.**

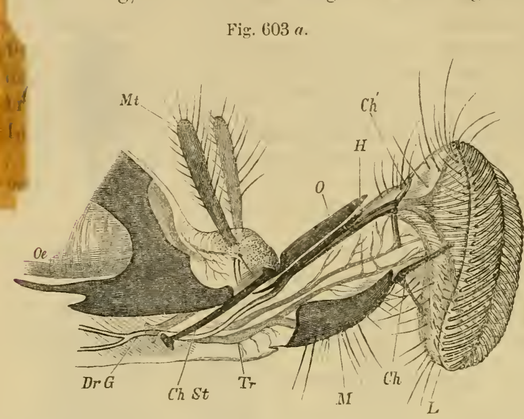
Insecten mit saugenden und stechenden Mundtheilen, mit häutigen Vorderflügeln, zu Schwingkolben (Halteren) verkümmerten Hinterflügeln, mit vollkommener Metamorphose.

Die Bezeichnung dieser Ordnung ist der am meisten in die Augen fallenden Flügelbildung entlehnt, ohne freilich dem Sachverhältniss genau zu entsprechen. Allerdings sind die Vorderflügel ausschliesslich zu grossen, glasartig durchsichtigen Schwingen entwickelt, allein auch die Hinterflügel bleiben in rudimentärer Gestalt als gestielte Knöpfchen, Schwingkolben *(Halteres)*, erhalten. Am Innenrande der Vorderflügel markiren sich durch Einschnitte zwei Lappen, ein äusserer *(Alula)* und ein innerer *(Squama)*, der die Hinterflügel überdecken kann. Die letzteren bestehen aus einem dünnen Stiel und einem kugeligen Körper, in welchem sich ein eigenthümlicher, Nervenstifte enthaltender Sinnesapparat findet. Selten fehlen die Flügel ganz *(Chionea)*. Der frei bewegliche Kopf hat meist eine kugelige Form, ist mittelst eines engen und kurzen Halses eingelenkt und zeichnet sich durch die grossen Facettenaugen aus, welche im männlichen Geschlechte auf der

[1]) J. W. Meigen, Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen Insecten. 7 Theile, Aachen 1818—1838. Wiedemann, Aussereuropäische zweiflügelige Insecten. 2 Theile, Hamm. 1828—1830. R. Schiner, Fauna austriaca (Fliegen). Wien 1860. N. Wagner, Ueber die viviparen Gallenmückenlarven. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XV, 1865. A. Weismann, Die Entwicklung der Dipteren. Leipzig 1864. Derselbe, Die Metamorphose der Corethra plumicornis, 1866. E. Becher, Zur Kenntniss der Mundtheile der Dipteren. Wien 1882. A. B. Lee, Les Balanciers des Diptères etc. Genève Bal. 1885.

Mittellinie des Gesichtes und Scheitels zusammenstossen können. In der Regel sind drei Ocellen vorhanden. Die Fühler weichen nach zwei verschiedenen Richtungen auseinander, indem sie entweder klein bleiben, aus drei Gliedern bestehen und häufig an der Spitze eine Fühlerborste *(Arista)* tragen, oder schnurförmig, von bedeutender Länge und aus einer grossen Gliederzahl zusammengesetzt sind. Da jedoch im ersten Falle das Endglied wieder in kleine Glieder getheilt erscheint, so ist eine scharfe Abgrenzung beider Fühlerformen um so weniger möglich, als auch die Fühlerborste gegliedert sein kann. Die Mundwerkzeuge bilden die als Schöpfrüssel *(Proboscis, Haustellum)* bekannte Form von Saugröhren, in denen die Kiefer und eine unpaare, an der unteren Pharynxwand entspringende Borste, der *Hypopharynx,* als Stechorgane auftreten können (Fig. 548). In den letzteren mündet der gemeinsame Ausführungsgang der beiden Speicheldrüsen. Die Mandibeln fehlen im männlichen Geschlechte, sowie bei sämmtlichen Muscaria und Pupipara auch beim Weibchen. Die Saugröhre, vornehmlich aus der Unterlippe gebildet, endet häufig mit schwammig aufgetriebenen Endlippen, den Labellen (den umgeformten Lippentastern), während die Unterkiefer Taster tragen, welche bei Verschmelzung der Kieferreste mit der Unterlippe dem Schöpfrüssel aufsitzen (Fig. 603). Prothorax kurz und ringförmig, ebenso der Metathorax. Mesothorax am stärksten entwickelt. Das Abdomen ist häufig gestielt und besteht aus fünf bis neun Ringen. Bauchplatte des ersten Abdominalsegmentes gesondert. Die Beine besitzen fünfgliedrige Tarsen, welche mit Klauen und meist mit sohlenartigen Haftlappen (Pelotten) enden.

Fig. 603 *a.*



Rüssel einer Fliege. *Ch St* Chitinstäbe zur Stütze der Oberlippe (Reste der Maxillen), *O* Oberlippe, *Oe* Oesophagus, *L* Unterlippe (Labellen), *Mt* Maxillartaster, *Ch, Ch'* Chitinstützen der Labellen, *M* Mentum, *H* Hypopharynx, *DrG* gemeinsamer Ausführungsgang der Speicheldrüsen, welcher in die Rinne des Hypopharynx führt, *Tr* Tracheen.

Fig. 603 *b.*

Ch'

Ch

Die Labellen von vorne gesehen.

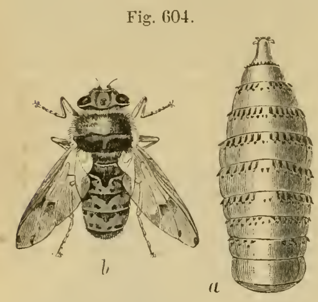
Das Nervensystem erscheint je nach der Streckung des Leibes in sehr verschiedenen Formen der Concentrirung. Während bei Fliegen mit sehr gedrungenem Körperbau die Ganglien des Abdomens und der Brust zu einem gemeinsamen Brustknoten verschmelzen, erhalten sich bei den langgestreckten Nemoceren nicht nur die drei Brustganglien, sondern auch mehrere, selbst fünf und sechs Abdominalganglien wohlgesondert. Für den Darmcanal dürfte das Auftreten eines gestielten Saugmagens als Anhang des Oesophagus, sowie die Vierzahl der Malpighi'schen Gefässe hervorzuheben sein. Die beiden Tracheenstämme erweitern sich im Zusammenhange mit dem gewandten Flugvermögen zu zwei grossen blasigen Säcken an der Basis des Hinterleibes. Die männlichen Geschlechtsorgane bestehen aus zwei ovalen Hoden mit kurzen Ausführungsgängen, denen sich feste Begattungstheile nebst Copulationszangen anschliessen; die Ovarien entbehren einer besonderen Begattungstasche, tragen drei Samenbehälter an der Scheide (Fig. 572) und enden oft mit einer einziehbaren Legeröhre.

Die beiden Geschlechter sind selten auffallend verschieden. Die Männchen besitzen in der Regel grössere Augen, die zuweilen median zusammenstossen, häufig ein abweichend gestaltetes Abdomen, ausnahmsweise *(Bibio)* auch eine verschiedene Färbung. Auch die Mundtheile können Abweichungen bieten, wie z. B. die Männchen stets der messerförmigen Mandibeln entbehren, welche im weiblichen Geschlechte bei den Tanystomata und Nemocera die Hauptwaffe bilden. Die Männchen der Culiciden besitzen behaarte vielgliedrige Fühler, während die Fühler der Weibchen fadenförmig sind und aus einer geringeren Gliederzahl bestehen.

Die Verwandlung ist eine vollkommene; die meist fusslosen Larven besitzen entweder einen deutlich gesonderten, mit Fühlern und Ocellen versehenen Kopf (die meisten Nemoceren), oder der Kopf ist ein kurzer, meist eingezogener Abschnitt ohne Fühler und Augen (höchstens mit einem x-förmigen Pigmentfleck), mit ganz rudimentären Mundwerkzeugen, zuweilen mit zwei zur Befestigung dienenden Mundhaken (Fig. 74). Im ersteren Falle haben die Larven kauende Mundtheile und nähren sich vom Raube anderer Thiere, im letzteren saugen sie als „Maden" Flüssigkeiten oder breiige Substanzen ein. Letztere werden mit Brauer als *Cycloropha* bezeichnet, da die Haut bei der Abstreifung in bogenförmiger Naht gesprengt wird *(Muscaria, Pupipara),* jene Larven dagegen mit Kieferkapsel und vollständigem oder unvollständigem Kopf als *Orthorapha,* weil die Haut in geradliniger Naht einreisst *(Tanystomata, Nemocera).* Nach mehrfachen Häutungen verwandeln sich die Larven entweder in der erhärtenden Larvenhaut zur Puppe *(P. coarctata),* oder bilden sich unter Abstreifung der ersteren in bewegliche, oft frei im Wasser schwimmende Puppen *(P. obtecta)* um, welche Tracheenkiemen besitzen können. Auf die Verschiedenheiten, welche die Entwicklung des geflügelten Insectes aus der Larve in beiden Gruppen darbietet, ist schon bei einer früheren Gelegenheit hingewiesen.

Viele Dipteren producieren beim Fliegen summende Töne, und zwar durch Vibrationen verschiedener Körpertheile, theils der Flügel, theils der Segmente des Abdomens unter Betheiligung der Stimmapparate an den vier Stigmen der Brust. Hier bildet unterhalb des Stigmenrandes der Tracheenstamm eine Blase mit zwei zierlich gefalteten Blättchen, welche unterhalb zweier äusseren Klappen (Brummklappen) durch die Luftexspiration in Schwingungen versetzt werden.

Fig. 604.



Gastrophilus equi, nach F. Brauer. *a* Larve, *b* Männchen.

1. Unterordnung. *Brachycera, Fliegen.* Körper sehr verschieden gestaltet, häufig dick und gedrungen, mit fünf- bis achtgliedrigem Hinterleib. Fühler kurz, meist dreigliedrig, mit grossem, meist secundär geringeltem Endgliede, an welches sich eine einfache oder geringelte Borste anschliesst (Fig. 543 *k*). Flügel fast stets vorhanden. Die Larven leben in faulenden Stoffen der Erde und im Wasser, theilweise auch als Parasiten, sind grossentheils Maden mit Kieferhaken und verpuppen sich meist in der abgestreiften tonnenförmigen Larvenhaut (Fig. 604). Viele bilden jedoch auch eine Pupa obtecta.

1. Tribus. *Muscaria.* Mit Stirnblase. Rüssel meist mit fleischigem Endlappen, Maxillen in der Regel verkümmert. Larven cycloraph, ohne Kieferkapsel, meist mit zwei bis vier Mundhaken. Stets Tönnchenpuppen.

Fam. *Phoridae. Phora incrassata* Meig., als Larve im Bienenstocke lebend.

Fam. *Acalyptera. Trypeta Cardui* L., *Tr. signata* Meig., in Kirschen. *Chlorops lineata* Fabr., Weizenfliege. Larve in den Halmen der Gräser. *Scatophaga stercoraria* L., Dungfliege, auf Düngerhaufen. *Piophila casei* L., Käsefliege. *Anthomyia ruficeps* Meig. Forstschädlich durch Zerstören der Wurzeln von Weiden- und Pappelkeimlingen.

Fam. *Muscidae. Musca domestica* L., Stubenfliege. *M. Caesar* L., Goldfliege. *M. vomitoria* L., Brechfliege, mit glänzend blauem Hinterleib. *M. cadaverina* L., Aasfliege. *Sarcophaga carnaria* L., Fleischfliege, vivipar. *Tachina* Meig. Die Larven schmarotzen vornehmlich in Raupen. *T. puparum* Fabr., *T. (Chrysosoma) viridis* Fall., *T. grossa* L., *T. larvarum* L.

Fam. *Conopidae. Conops flavipes* L., Larven im Abdomen von Hymenopteren. *C. rufipes* Fabr., Larven in Oedipoda.

Fam. *Stomoxyidae. Stomoxys calcitrans* L., Stechfliege, der Stubenfliege ähnlich.

Fam. *Oestridae,* Biesfliegen.[1]) Rüssel verkümmert. Die Weibchen haben eine Legeröhre und bringen ihre Eier oder (und in diesem Falle fehlt die Legeröhre) die lebendig geborenen Larven an bestimmte Stellen von Säugethieren, z. B. in die Nüstern der Hirsche, an die Brust der Pferde. Die Larven mit gezähnelten Körperringen und häufig mit Mundhaken leben in der Stirnhöhle, unter der Haut, selbst im Magen bestimmter Säugethiere parasitisch. Unter der Haut erzeugen sie die sog. Dasselbeulen. *Hypoderma bovis* L., *H. Actaeon* Br., am Edelhirsch. *H. tarandi* L., *Dermatobia hominis* Goudot, auf Wiederkäuern, Katzen (Jaguar) und auf dem Menschen in Südamerika. *Oestrus auribarbis* Wied. Die Larve wird von der Fliege in die Nasenhöhle des Edelhirsches gebracht. *Gastrus (Gastro-*

---

[1]) F. Brauer, Monographie der Oestriden. Wien 1863.

philus) equi Fabr. (Fig. 604). Das Ei wird an die Brust des Pferdes abgesetzt und von diesem abgeleckt, die ausschlüpfende Larve hängt sich an der Magenwandung mittelst ihrer Mundhaken auf, besteht mehrfache Häutungen und wird vor der Verpuppung mit den Excrementen entleert.

Fam. *Syrphidae,* Schwebfliegen, *Syrphus pirastri* L., Schwebfliege. *Eristalis tenax* L. (Fig. 605), *E. aeneus* Fabr., Larven mit Athemröhre, in Kloaken und stehendem Wasser.

Fam. *Platypezidae,* Pilzfliegen. Die Larven leben in Schwämmen. *Platypeza boletina* Fall.

Fig. 605.

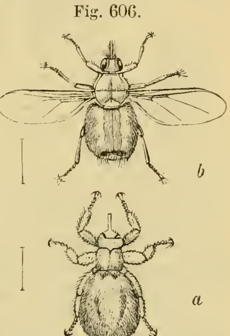


Eristalis tenax. a Fliege, *b* Larve.

2. Tribus. *Pupipara* [1]), *Lausfliegen* (Fig. 606). Körper gedrungen, die drei Thoracalsegmente verschmolzen, das Abdomen breit und oft abgeflacht. Fühler kurz, häufig nur zweigliedrig. Die Beine mit gezähnten Klammerkrallen. Die Flügel können rudimentär sein oder fehlen. Die Entwicklung des Embryos und der Larve geschieht in der Uterus-ähnlichen Scheide. Die aus dem Ei hervorgegangene Made (ohne Schlundgerüst und Mundhaken) schluckt das Secret ansehnlicher Drüsenanhänge des Uterus (Fig. 574), besteht mehrfache Häutungen und wird vollständig ausgebildet unmittelbar vor der Verpuppung geboren. Schmarotzen wie die Läuse an der Haut von Warmblütern, selten von Insecten.

Braula cocca Nitzsch., Bienenlaus. *Nycteribia Latreillei* Curt. Augenlos, auf Vespertilioarten. *Melophagus ovinus* L., Schafzecke (Fig. 606 *a*). *Anapera pallida* Meig., auf Schwalben. *Hippobosca equina* L., Pferdelaus (Fig. 606 *b*).

Fig. 606.



a Melophagus ovinus, b Hippobosca equina, nach Packard.

3. Tribus. *Tanystomata.* Rüssel meist lang mit stiletförmigen Kiefern zum Raube. Larve orthoraph, mit Kieferkapsel und hakigen Kiefern.

Fam. *Empidae,* Tanzfliegen. Die Larven leben in der Erde. *Empis tesselata* Fabr.

Fam. *Asilidae,* Raubfliegen. Die Larven leben in Wurzeln und Holz. *Asilus germanicus* L., *A. crabroniformis* L., *Laphria gibbosa* Fabr., *L. flava* Fabr.

Fam. *Bombyliidae,* Hummelfliegen. *Anthrax morio* Fabr. Die Larve lebt in den Nestern von Megachile muraria und Osmia tricornis. *Bombylius major* L., *B. medius* L.

Fam. *Tabanidae,* Bremsen. Rüssel kurz wagrecht vorstehend mit sechs oder vier (Männchen) Stileten und zweigliedrigem Taster. Stechen und saugen Blut. *Chrysops coecutiens* L., *Tabanus bovinus* L., Rinderbremse. *Haematopota pluvialis* L., Regenbremse.

Fam. *Leptidae,* Schnepfenfliegen. *Leptis scolopacea* L., Schnepfenfliege. *L. vermileo* L., Südeuropa. Die Larve gräbt im Sande Trichter und fängt in denselben wie der Ameisenlöwe Insecten.

Fam. *Stratiomyidae,* Waffenfliegen. *Stratiomys chamaeleon* L., *St. (Odontomyia) hydroleon* L., *Sargus cuprarius* L.

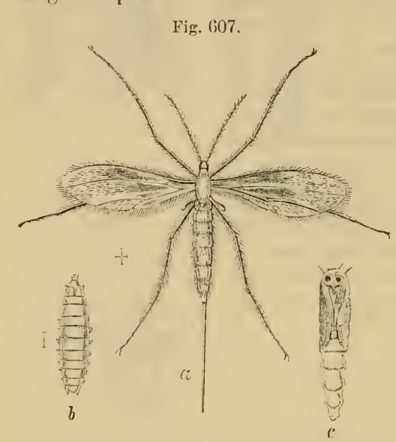
2. Unterordnung. *Nemocera (Tipulariae), Langhörner* (Fig. 607). Langgestreckte Dipteren mit vielgliedrigen, meist schnurförmigen Fühlern, langen dünnen Beinen und grossen, theils nackten, theils behaarten Flügeln. Taster

---

[1]) L. Dufour, Études anatomiques et physiologiques sur les Insectes Diptères de la famille des Pupipares. Ann. des sc. nat., IIe sér., Tom. III, 1843. R. Leuckart, Die Fortpflanzung und Entwicklung der Pupiparen. Abh. der naturf. Gesellsch. zu Halle, Tom. IV.

meist von beträchtlicher Länge, vier- bis fünfgliedrig, bei den Männchen buschig, Rüssel kurz und fleischig, oft mit Stechborsten bewaffnet. Halteren frei. Die Larven meist mit vollkommen differenzirtem Kopfe *(Eucephala)*, seltener mit einziehbarer Kieferkapsel *(Tipuliden, Cecidomyien)*, leben im Wasser, in der Erde und auch in vegetabilischen Stoffen (Gallen, Pilzen) und besitzen theilweise eine Athemröhre. Nach Abstreifung der Larvenhaut bilden sich die eucephalen Larven in eine ruhende oder auch frei bewegliche Puppe um, letztere dann mit Kiementracheen im Nacken und am Schwanze. Das ausgeschlüpfte Insect schwimmt bis zur Erhärtung der Flügel auf der geborstenen Puppenhülle wie auf einem Kahne herum. Die Weibchen mancher Arten (Stechmücken) saugen Blut und werden, wo sie in grossen Schaaren vorkommen, zu einer wahren Plage.

Fig. 607.



Cecidomyia tritici, nach Wagner. *a* Weibchen mit ausgestreckter Legeröhre, *b* Larve, *c* Puppe.

Fam. *Bibionidae (Musciformes)*. Körper fliegenähnlich. Fühler sechs- bis elfgliedrig. Hinterleib siebengliedrig. *Bibio marci* L., *B. hortulanus* L. Männchen schwarz, Weibchen ziegelroth mit schwarzem Kopf. *Chionea araneoides* L., ohne Vorderflügel; läuft im Winter auf dem Schnee umher. *Simulia reptans* L., *S. columbacschensis* Fabr., Kolumbaczer Mücke, blutsaugend, überfällt in Ungarn schaarenweise die Viehheerden.

Fam. *Fungicolae*, Pilzmücken. Die Larven, ohne Fussstummel am zweiten Ring, leben in Pilzen. *Sciara Thomae* L. Die Larven unternehmen vor ihrer Verpuppung in ungeheurer Zahl, zu einem schlangenförmig sich fortwälzenden, als „*Heerwurm*“ bekannten Bande zusammengedrängt, Wanderungen am Erdboden. *Mycetophila fusca* Meig., Pilzmücke. *Sciophila maculata* Fabr., Schattenmücke.

Fam. *Noctuiformes*, eulenartige Mücken. *Psychoda phalaenoides* L., *Ptychoptera contaminata* L., Faltenmücke.

Fam. *Culiciformes*. Die Larven leben im Wasser, im morschen Holz oder in der Erde. *Chironomus plumosus* L., *Corethra plumicornis* Fabr. Larve mit vier Tracheenblasen und Borstenkranz am Aftersegment, im Wasser.

Fam. *Culicidae*, Stechmücken. Larven im Wasser, mit Athemröhre und Anhängen am Hinterleibsende. *Culex pipiens* L., Singmücke. Taster des Männchens buschig und länger als der Rüssel. Nur die Weibchen stechen.

Fam. *Gallicolae*, Gallmücken. Larven in Gallen. *Cecidomyia destructor* Say, Hessenfliege. Seit 1778 in den Vereinigten Staaten als Weizenverwüster berüchtigt (eingeschleppt [?] im Stroh von den hessischen Soldaten). *C. titrici* Kirb., im Weizen (Fig. 607). *C. secalina* Loew, *C. salicis* Schrk. u. z. A. Die viviparen Larven (Fig. 135) gehören der Gattung *Miastor* an.

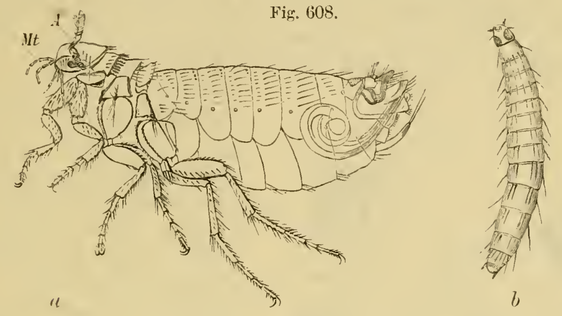
Fam. *Limnobiidae*, Schnaken. Larven in der Erde oder im faulen Holz. *Tipula oleracea* L., Kohlschnake. *Ctenophora atrata* L., Kammmücke. *Limnobia* Meig.

8. Ordnung. **Siphonaptera**[1] **(Aphaniptera), Flöhe.**

Flügellose Insecten mit seitlich comprimirtem Körper und deutlich getrennten Thoracalringen, mit saugenden und stechenden Mundwerkzeugen und vollkommener Metamorphose.

Kopf mit breiter Fläche dem Thorax verbunden, ohne Facettenaugen. Fühler sehr kurz, in einer Grube hinter den einfachen Punktaugen entspringend. Mundwerkzeuge zu einem Saugrohr umgeformt, welches aus einer oberen stechenden Rinne, dem unpaaren Stechorgan (Oberlippe), und zwei seitlichen Rinnen, den paarigen Stielen (Oberkiefer), sowie terminal von den

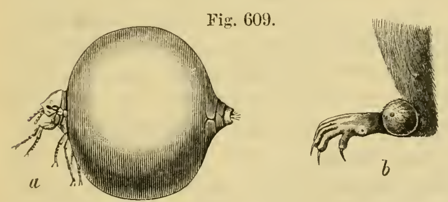
Fig. 608.



a Pulex avium ♂, nach Taschenberg. *A* Antennen, *Mt* Maxillartaster. — *b* Larve von *Pulex irritans.*

mehrgliedrigen Labialtastern gebildet wird. Die Speicheldrüsen münden in den Oberkieferrinnen aus. Die Maxillen sind breite schützende Platten zur Seite der Rüsselbasis mit viergliedrigem Taster. Flügel oder deren Rudimente fehlen, dagegen finden sich zwei seitliche plattenförmige Fortsätze an den Pleuren von Meso- und Metathorax. Die beinlose Larve madenförmig, die Nymphe freigliedrig wie die der Käfer, mit gesondertem Kopf und beissenden Kiefern (Fig. 608).

Fig. 609.



a Trächtiges Weibchen von *Rhynchoprion penetrans.* *b* Fuss einer Feldmaus mit eingenistetem Rhynchoprion, nach H. Karsten.

Fam. *Pulicidae. Pulex irritans* L., Floh des Menschen. Rücken des Männchens concav, zur Aufnahme des grösseren Weibchens. Die grossen fusslosen Larven leben in Sägespänen und zwischen Dielen, wo auch die länglich-ovalen Eier abgesetzt werden. *Sarcopsylla (Rhynchoprion) penetrans* L., Sandfloh, lebt frei in Südamerika im Sande (Fig. 609). Das Weibchen aber bohrt sich in die Haut des menschlichen Fusses, auch verschiedener Säugethiere ein und setzt hier die Eier ab, deren ausschlüpfende Larven Geschwüre veranlassen.

---

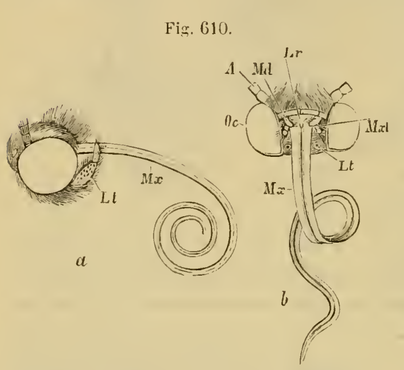
[1]) H. Karsten, Beitrag zur Kenntniss des Rhynchoprion. Nov. Act. etc. 1866. L. Landois, Anatomie des Hundeflohes. Dresden 1867. O. Taschenberg, Die Flöhe. Die Arten der Insectenordnung Suctoria etc. monographisch dargestellt. Halle 1880. K. Kraepelin, Ueber die systematische Stellung der Puliciden. Hamburg 1884.

9. Ordnung. **Lepidoptera**[1]), **Schmetterlinge.**

Insecten mit saugenden, einen Rollrüssel bildenden Mundwerkzeugen, mit vier gleichartigen, vollkommen beschuppten Flügeln, mit verwachsenem Prothorax und vollkommener Metamorphose.

Der frei eingelenkte, dicht behaarte Kopf trägt grosse, halbkugelige Facettenaugen und zuweilen zwei Punktaugen. Die Antennen sind stets ungebrochen, vielgliedrig, in ihrer Form aber mehrfach verschieden. Oft erscheinen sie borsten- oder fadenförmig, auch wohl keulenförmig und nicht minder selten gesägt oder gekämmt. Die Mundtheile (Fig. 610) sind zum Aufsaugen flüssiger Nahrung, besonders süsser Honigsäfte, umgestaltet, zuweilen aber sehr verkürzt und kaum zum Gebrauche befähigt. Oberlippe und Mandibeln verkümmern zu Rudimenten, dagegen verlängern sich die Unterkiefer in Form von dicht gegliederten Halbrinnen und legen sich zu dem spiralig aufgerollten *Rüssel (Rollzunge)* zusammen, dessen oberflächliche Dörnchen zum Aufritzen der Nectarien dienen, während durch die Höhlung die Honigsäfte aufgesaugt werden, welche unter dem Einflusse pumpender Bewegungen der Speiseröhre nach der Mundöffnung aufsteigen. Die Kiefertaster sind selten ganz geschwunden *(Lycaena)*, bleiben aber in der Regel rudimentär und nur ein- oder zweigliedrig, mit Ausnahme der *Tineiden*, welche einen fünfgliedrigen Maxillartaster besitzen. Bei *Micropteryx* sind jedoch neuerdings auch entwickelte Mandibeln und Maxillen mit getrennten Laden gefunden worden. In der Ruhe liegt der Rüssel unterhalb der Mundöffnung zusammengerollt, seitlich von den grossen dreigliedrigen, oft buschig behaarten Lippentastern begrenzt, welche der rudimentären dreieckigen Unterlippe aufsitzen.

Fig. 610.



Mundtheile von Schmetterlingen, nach Savigny. *a* Von *Zygaena*, *b* von *Noctua*. *A* Antenne, *Oc* Augen, *Lr* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Mxt* Maxillartaster, *Lt* Labialtaster, in *b* abgeschnitten.

Die drei Ringe der Brust sind innig mit einander verschmolzen und wie fast alle äusseren Körpertheile dicht behaart. Die meist umfangreichen,

[1]) E. J. C. Esper, Die europäischen Schmetterlinge in Abbildungen nach der Natur, mit Beschreibungen. 7 Bde. Erlangen 1777—1805. F. Ochsenheimer und F. Treitschke, Die Schmetterlinge von Europa. 10 Bde. Leipzig 1807—1835. W. Herrich-Schäffer, Systematische Beschreibung der Schmetterlinge von Europa. 5 Bde. Regensburg 1843—1855. Derselbe, Lepidopterorum exoticorum species novae aut minus cognitae. Regensburg 1850—1865. Alfred Walter, Palpus maxillaris lepidopterorum. Jen. naturwiss. Zeitschr., Tom. XVIII, 1884.

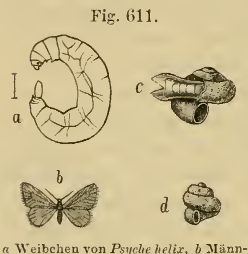
nur selten ganz rudimentären (Spannerweibchen) Flügel, von denen die vorderen an Grösse hervorragen, zeichnen sich durch theilweise oder vollständige Ueberkleidung mit schuppenförmigen Haaren aus, welche dachziegelförmig über einander liegen und die äusserst mannigfache Zeichnung, Färbung und das Irisiren des Flügels bedingen. Es sind kleine, meist fein gerippte und gezähnelte Blättchen, welche mit stielförmiger Wurzel in Poren der Flügelhaut stecken und als Cuticulargebilde, verbreiterte Haare, während der Puppenperiode ihre Entstehung nehmen. Die Aderung der Flügel ist systematisch von Bedeutung geworden und lässt sich auf eine grosse, von der Wurzel entspringende Mittelzelle zurückführen, aus welcher sechs bis acht radiäre Adern nach dem seitlichen äusseren Rande hinziehen, während oberhalb und unterhalb der Mittelzelle einzelne selbstständige Längsadern dem oberen oder unteren befransten Rande parallel verlaufen. Beide Flügelpaare sind häufig durch Retinacula mit einander verbunden, indem vom oberen Rande der Hinterflügel Dornen oder Borsten in ein Bändchen der Vorderflügel eingreifen. Die Beine sind zart und schwach, ihre Schienen sind mit ansehnlichen Sporen bewaffnet, ihre Tarsen allgemein fünfgliedrig. Der sechs- bis siebengliedrige Hinterleib ist ebenfalls dicht behaart und endet nicht selten mit einem stark vortretenden Haarbüschel.

Am Nervensystem ist das Gehirn zweilappig, mit starken Sehlappen und besonderen Anschwellungen für den Ursprung der Antennennerven. Die Bauchganglienkette reducirt sich, von dem unteren Schlundganglion abgesehen, auf zwei Brustknoten (von denen jedoch der grössere zweite aus der Verschmelzung von vier Ganglien hervorgegangen ist) und auf vier oder fünf Knoten des Hinterleibes (Fig. 556). Im Larvenzustande existiren dagegen eilf Ganglienpaare des Bauchmarks. Der Nahrungscanal besitzt eine lange, mit einer gestielten Saugblase *(Saugmagen)* verbundene Speiseröhre und sechs Malpighi'sche Gefässe, von denen jederseits drei mit einem gemeinsamen Ausführungsgange einmünden (Fig. 66 und 67). Die Ovarien bestehen jederseits aus vier sehr langen vielkammerigen Eiröhren, welche eine sehr grosse Zahl von Eiern bergen. Der Ausführungsapparat besitzt stets ein langgestieltes Receptaculum seminis mit Anhangsdrüse und eine grosse Begattungstasche, welche unterhalb der Genitalöffnung selbstständig nach aussen mündet (Fig. 571). Die beiden langen Hodencanäle werden zu einem unpaaren, meist lebhaft gefärbten Körper verpackt, aus dem die beiden vielfach geschlängelten Vasa deferentia entspringen, welche vor ihrer Vereinigung zum Ductus ejaculatorius zwei accessorische Drüsenschläuche aufnehmen. Nicht selten entfernen sich beide Geschlechter durch Grösse, Färbung und Flügelbildung in auffallendem Dimorphismus. Die Männchen sind oft lebhafter und prachtvoller gefärbt (Reizmittel bei der Bewerbung des Weibchens). Merkwürdigerweise kommt auch im weiblichen Geschlechte bei mehreren Schmetterlingen ein Dimorphismus oder gar ein Polymorphismus vor. Manche Arten zeigen in beiden Geschlechtern nach

der Jahreszeit bedeutende Verschiedenheiten der Färbung (Saisondimorphismus) (Fig. 615). *Parthenogenese* kommt ausnahmsweise bei Spinnern *(Bombyx mori),* regelmässig bei vielen Sackträgern *(Psyche)* (Fig. 611) und einigen Motten *(Solenobia)* (Fig. 612) vor, deren larvenähnliche Weibchen der Flügel entbehren.

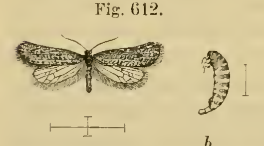
Die aus dem Ei ausgeschlüpften Larven *(Raupen)* besitzen kauende Fresswerkzeuge (Fig. 613) und nähren sich vorzugsweise von Pflanzentheilen, Blättern und Holz. An ihrem grossen harthäutigen Kopfe finden sich dreigliedrige Antennen und vier oder sechs Punktaugen. Ueberall folgen auf die drei fünfgliedrigen konischen Beinpaare der Brustringe noch Afterfüsse, entweder nur zwei Paare, wie bei den Spannerraupen, oder fünf Paare, welche dann dem dritten bis sechsten und letzten Abdominalringe angehören. Die Raupen befestigen sich vor der Verpuppung an geschützten Orten oder spinnen sich Cocons und verwandeln sich in Pupae obtectae[1]), aus denen entweder nach wenigen Wochen oder nach der Ueberwinterung im folgenden Jahre die geflügelten Insecten hervorgehen. Diese letzteren haben in der Regel eine kurze Lebensdauer, indem sie nach der Begattung, respective Eierlage zu Grunde gehen. Einige überwintern indessen an geschützten Orten (Tagfalter). Dem Schaden einiger sehr verbreiteten Raupenarten an Waldungen und Culturpflanzen wird durch die Verfolgungen ein Ziel gesetzt, welche dieselben von Seiten bestimmter *Ichneumoniden* und *Tachinarien* zu erleiden haben. Fossile Reste von Schmetterlingen kennt man aus der Tertiärformation und aus dem Bernstein. Der früheren Eintheilung Linné's in Tag-, Dämmerungs- und Nachtschmetterlinge hat man die Aufstellung mehrfacher Gruppen mit zahlreichen Familien vorzuziehen.

Fig. 611.



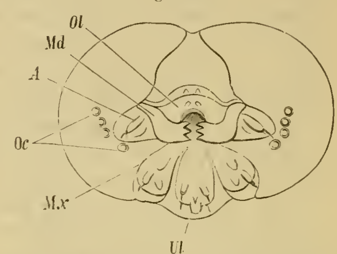
a Weibchen von *Psyche helix, b* Männchen desselben, *c* Gehäuse der männlichen, *d* der weiblichen Raupe.

Fig. 612.



Solenobia triquetrella. a Männchen, *b* Weibchen.

Fig. 613.



Kopf und Mundtheile einer Raupe *(Bombyx mori). Oc* Ocellen, *A* Antenne, *Ol* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille, *Ul* Unterlippe mit Zunge und Tastern.

---

[1]) Vergl. M. Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. Cassel und Marburg 1815.

1. Tribus. *Microlepidoptera,* Kleinschmetterlinge. Sehr kleine, zart gebaute Schmetterlinge mit meist langen, borstenförmigen Fühlern und wohl entwickeltem, oft vier- oder fünfgliedrigem Maxillartaster (*Micropteryx* mit sechsgliedrigem Taster). Die Raupen besitzen meist 16 Beine, von denen die Abdominalfüsse rings um die Sohle einen Kranz von Häkchen tragen. Viele bohren Gänge im Parenchym der Blätter, andere leben in zusammengewickelten Blättern, wieder andere in Knospen, wenige im Wasser, wie *Nymphula* und andere Pyraliden. Die meisten halten sich am Tage verborgen.

Fam. *Pterophoridae,* Federgeistchen. Flügel federartig, in fein gefiederte Lappen gespalten. *Pterophorus pentadactylus* L., *Pt. pterodactylus* L., *Alucita hexadactyla* L.

Fam. *Tineidae,* Schaben. Rüsseltaster gross, meist fünfgliedrig. *Yponomeuta evonymella* L., Spindelbaummotte. Die Raupen leben gesellig in Gespinnsten, mehrere Arten auf Obstbäumen. *Solenobia pineti = lichenella* L., *S. triquetrella* Fisch. R., Weibchen flügellos (Fig. 612). Die Raupen leben als „Sackträger" in kurzen Säcken. Pflanzen sich theilweise parthenogenetisch fort. *Tinea granella* L., Kornmotte, legt die Eier an Getreide. Die ausschlüpfenden Raupen, unter dem Namen „weisser Kornwurm" bekannt, fressen die Körner aus. *T. pellionella* L., Pelzmotte, *T. tapezella* L., Tapetenmotte.

Fam. *Tortricidae,* Wickler. *Tortrix viridana* L., Eichenwickler. *Grapholitha funebrana* Tr., in Pflaumen. *Gr. (Carpocapsa) pomonella* L., Apfelwickler in wurmstichigen Aepfeln.

Fam. *Pyralidae,* Zünsler. *Crambus pascuellus* L., *Botys urticalis* L., *Galleria mellionella* L., in Bienenstöcken. *Pyralis pinguinalis* L., Fettschabe. *Scopula frumentalis* L., Saatmotte.

2. Tribus. *Geometrina,* Spanner. Meist von schlankem Körperbau, mit grossen, in der Ruhe dachförmig ausgebreiteten Flügeln. Fühler borstenförmig mit verdicktem Wurzelgliede. Rüsseltaster ein- oder zweigliedrig. Die Raupen mit 10 bis 12 Füssen bewegen sich spannerartig, während sie in der Ruhe mit den Afterfüssen festsitzen. Viele sind den Obstbäumen schädlich.

Fam. *Phytometridae. Larentia populata* L., *Cheimatobia brumata* L., Frostschmetterling. Das Weibchen mit verkümmerten Flügeln legt im Spätherbst die Eier an den Stamm der Obstbäume. *Hibernia defoliaria* L., grosser Frostspanner.

Fam. *Dendrometridae. Acidalia ochreata* Scop., *Geometra papilionaria* L., *Abraxas (Zerene) grossulariata* L., Harlekin.

3. Tribus. *Noctuina,* Eulen. Nachtschmetterlinge mit breitem, nach hinten verschmälertem Leib und düster gefärbten Flügeln. Fühler lang, borstenförmig, beim Männchen zuweilen gekämmt. Rüsseltaster zwei-, seltener dreigliedrig. Flügel in der Ruhe dachförmig. Beine lang, mit gespornten Schienen. Die bald nackten, bald behaarten Raupen besitzen meist 16, seltener durch Verkümmerung oder Ausfall der vorderen Bauchfüsse 12 oder 14 Beine und verpuppen sich grossentheils in der Erde.

Fam. *Ophiusidae,* Ordensbänder. *Catocala paranympha* L., gelbes Ordensband, *C. fraxini* L., blaues Ordensband. *C. nupta* L., *C. sponsa* L., *C. promissa* Esp., rothe Ordensbänder.

Fam. *Plusidae,* Goldeulen, *Plusia gamma* L., *Pl. chrysitis* L.

Fam. *Agrotidae. Agrotis segetum* Tr., Saateule. *A. tritici* L., *Triphaena pronuba* L.

Fam. *Orthosiadae. Orthosia jota* L.

Fam. *Cucullíadae. Cucullia verbasci* L., *C. absynthii* L.

Fam. *Acronyctidae. Acronycta psi* L., *A. rumicis* L. *Diloba coeruleocephala* L. Die Raupe ist den Obstbäumen schädlich.

4. Tribus. *Bombycina,* Spinner. Nachtschmetterlinge von plumpem Körperbau, wollig behaart, mit borstenförmigen, beim Männchen gekämmten Fühlern. Die Flügel ziemlich breit, in der Ruhe dachförmig. Rüssel oft rudimentär. Rüsseltaster meist zwei- oder eingliedrig. Die schwerfälligeren grösseren Weibchen fliegen wenig, um so beweglicher aber sind die oft lebhafter gefärbten Männchen. In einigen Fällen verkümmern *(Orgyia)* die Flügel im weiblichen Geschlecht, oder *(Psyche)* das Weibchen bleibt larvenförmig. Aus den Eiern, die häufig in Klumpen abgesetzt werden und mit einer wolligen Masse überkleidet sind, schlüpfen

meist dichtbehaarte sechzehnbeinige Raupen aus, welche sich später in vollständigen Gespinnsten über der Erde verpuppen. Die Raupen einiger Arten leben gesellschaftlich in gemeinsamen beutelartigen Gespinnsten, einige wenige *(Psychiden)* verfertigen einen Sack, in welchem sie ihren Körper verbergen. Bei diesen kommt Parthenogenese vor.

Fam. *Euprepiadae,* Bärenspinner. Raupen sehr langhaarig, als Bärenraupen bekannt. *Euprepia caja* L., *E. plantaginis* u. z. a. A.

Fam. *Liparidae. Liparis monacha* L., Raupe auf Laub- und Nadelholz sehr schädlich. *L. dispar* L., *Orgyia antiqua* L., Weibchen flügellos (Fig. 614). *O. (Dasychira) pudibunda* L.

Fig. 614.



Orgyia antiqua (règne animal). *a* Männchen, *b* Weibchen.

Fam. *Notodontidae. Notodonta ziczac* L., *N. dromedarius* L., *Cnethocampa processionea* L., Processionsraupe auf Eichen. *Harpyia vinula* L., Gabelschwanz. Raupen mit Kehldrüsen und zwei vorgestreckten Afterfäden.

Fam. *Bombycidae. Gastropacha quercifolia* L., Kupferglucke. *G. potatoria* L., *G. rubi* L., *G. pini* L., *Clisiocampa neustria* L., Ringelspinner. *Bombyx mori* L., Seidenspinner, ursprünglich in Südasien heimisch, wird jetzt auch im südlichen Europa und China zur Gewinnung der Seide gezüchtet. Die Raupe, Seidenwurm, lebt von den Blättern des Maulbeerbaumes. (Krankheit der Seidenraupe, Muscardine, *Botrytis Bassiana.*)

Fam. *Saturnidae. Saturnia pyri* Borkh., grosses Nachtpfauenauge. *S. carpini, spini* Borkh., mittleres und kleines Nachtpfauenauge. *Attacus cynthia, Yamamai, cecropia* werden zur Gewinnung von Seide gezüchtet. *Aglia tau* L.

Fam. *Psychidae.* Die Raupen tragen Säckchen mit sich herum und verpuppen sich in denselben. *Psyche atra* L., *Ps. helix* L., Säcke spiralig gewunden, mit einer zweiten seitlichen Oeffnung, in beiden Geschlechtern verschieden (Fig. 611). *Fumea nitidella* Hb.

Fam. *Zygaenidae. Zygaena filipendulae* L., *Z. lonicerae* Esp.

Fam. *Cossidae.* Die Raupen leben meist im Marke von Pflanzen. *Cossus ligniperda* Fabr., *Zeuzera aesculi* L., *Hepialus humuli* L., Raupe in Hopfenwurzeln.

5. Tribus. *Sphingina,* Schwärmer. Mit langgestrecktem, am Ende zugespitztem Leib, mit meist sehr langem Rollrüssel und rudimentärem eingliedrigem Taster. Vorderflügel schmal und lang. Hinterflügel kurz. Die kurzen Fühler sind in der Regel an der Spitze verdünnt. Die Flügel liegen in der Ruhe dem Körper horizontal auf und besitzen stets ein Retinaculum. Die platten, mit einem Afterhorn versehenen Raupen haben 16 Beine und verpuppen sich in der Erde. Die Schwärmer fliegen in der Dämmerung, einige auch am Tage *(Macroglossa).*

Fam. *Sesiadae.* Hymenopteren-ähnlich mit glashellen Flügeln. *Sesia (Trochilium) apiformis* L. (Fig. 160 *a*). *S. bembeciformis* Hb.

Fam. *Sphingidae. Macroglossa stellatarum* L., Taubenschwanz. *Sphinx elpenor* L., *S. porcellus* L., Weinschwärmer. *S. Nerii,* Oleanderschwärmer. *S. convolvuli* L., Windig. *Acherontia atropos* L. Todtenkopf. Raupe auf Kartoffeln. *Smerinthus populi* L., Pappelschwärmer. *S. tiliae* L., Lindenschwärmer. *S. ocellatus* L., Abendpfauenauge.

6. Tribus. *Rhopalocera,* Tagfalter. Schmetterlinge von schlanker Körperform mit meist lebhaft gefärbten Flügeln. Fühler keulenförmig oder am Ende geknöpft. Rüsseltaster ganz verkümmert, eingliedrig. Beine dünn. Schienen der Vorderbeine verkürzt, zuweilen verkümmert. Die Falter fliegen am Tage und tragen in der Ruhe die Flügel aufrecht, oft zusammengeschlagen. Die sechzehnfüssigen Raupen sind nackt oder mit Dornen und Haaren besetzt und bilden sich meist frei ohne Cocon und mit Fäden an fremden Gegenständen befestigt in die oft metallisch glänzende bucklige Puppe um.

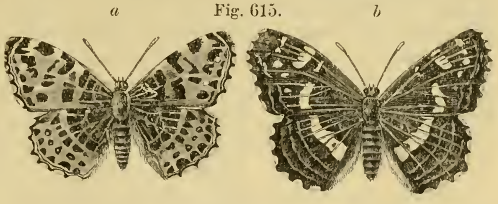
Fam. *Hesperidae. Hesperia comma* L., *H. sylvanus* Schn.

Fam. *Lycaenidae (Polyommatidae),* Bläulinge. *Polyommatus Arion* L., *P. Damon* Fabr., *P. virgaureae* L., *Thecla rubi* L., *T. quercus* L., *T. betulae* L.

Fam. *Satyridae. Satyrus Briseis* L., *S. Hermione* L., *Erebia* (*Hipparchia* Fabr.), *Janira* L. u. a. A.

Fam. *Nymphalidae.* Raupen mit dornigen Auswüchsen, selten feinhaarig, die Puppe hängt am After befestigt. *Apatura iris* L., Schillerfalter. *Limenitis populi* L., Eisvogel. *Vanessa prorsa* L. (*V. levana* ist die Frühlingsgeneration) (Fig. 615). *V. cardui* L., Distelfalter. *V. atalanta* L., Admiral. *V. antiopa* L., Trauermantel. *V. io* L., Tagpfauenauge. *V. urticae* L., kleiner Fuchs. *Argynnis paphia* L., *A. aglaia* L., Perlmutterfalter. *Melitaea cinxia* L.

Fig. 615.



Vanessa levana. Weibchen. *a* Winterform, *b* Sommerform *(prorsa)*. Nach Weismann.

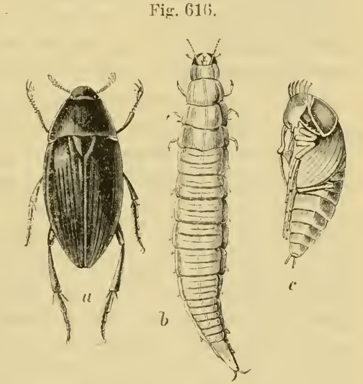
Fam. *Pieridae,* Weisslinge. *Pieris crataegi* L., der Heckenweissling. *P. brassicae* L., Kohlweissling. *P. napi* L., *P. rapae* L., *Colias hyale* L., *C. (Gonopteryx* Leach.) *rhamni* L., Citronenvogel. Hier schliesst sich die Familie der *Heliconiidae* an (Fig. 159).

Fam. *Equitidae. Papilio Podalirius* L., Segelspitze. *P. Machaon* L., Schwalbenschwanz. *Doritis Apollo* L. Die Weibchen tragen am Hinterende einen taschenförmigen Anhang (Begattungszeichen von Siebold). *Thais Polyxena* Ochsh.

10. Ordnung. **Coleoptera** [1], **Käfer.**

Insecten mit kauenden Mundwerkzeugen und hornigen Vorderflügeln (Flügeldecken), mit frei beweglichem Prothorax und vollkommener Metamorphose.

Fig. 616.



Hydrophilus piceus (règne animal). *a* Käfer, *b* Larve *c* Puppe.

Die Hauptcharaktere dieser umfangreichen, aber ziemlich scharf umgrenzten Insectengruppe beruhen auf der Bildung der Flügel, von denen die vorderen als Flügeldecken *(Elytra)* in der Ruhe die häutigen der Quere und Länge nach zusammengelegten Hinterflügel bedecken und dem Hinterleibe horizontal aufliegen (Fig. 616). Letztere dienen ausschliesslich zum Fluge, während die Vorderflügel, zu Schutzwerkzeugen umgebildet, in Form und Grösse gewöhnlich dem weichhäutigen Rücken des Hinterleibes angepasst sind, von dem zuweilen das letzte Segment bei *abgestutzten,* oder

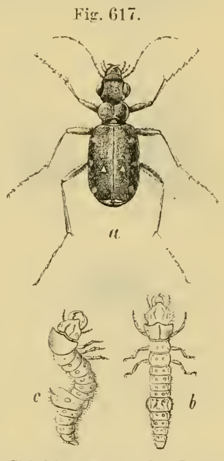
[1]) W. E. Erichson, Zur systematischen Kenntniss der Insectenlarven. Archiv für Naturgesch., Tom. VII, VIII und XIII. Th. Lacordaire, Genera des Coléoptères. Paris 1854—1863. L. Redtenbacher. Fauna Austriaca, Die Käfer. 3. Aufl. Wien 1873, Gemminger und Harold. Catalogus Coleopterorum etc. München 1868. Kowalevski, l. c. Entwicklungsgeschichte des Hydrophilus etc. K. Heider, l. c.

auch mehrere Segmente *(Staphylinen)* bei *abgekürzten* Flügeln unbedeckt bleiben. In der Regel schliessen in der Ruhe die geradlinigen Innenränder beider Flügeldecken unterhalb des Schildchens dicht aneinander, während sich die Aussenränder um die Seiten des Hinterleibes umschlagen. Zuweilen verwachsen die inneren Flügelränder untereinander, so dass das Flugvermögen aufgehoben wird. Selten fehlen die Flügel vollständig. Der zuweilen freie, in der Regel aber in den frei beweglichen Prothorax eingesenkte Kopf trägt sehr mannigfach gestaltete, meist elfgliedrige Fühler, welche im männlichen Geschlechte eine ansehnliche Grösse und bedeutende Oberfläche besitzen. Nebenaugen fehlen mit seltenen Ausnahmen. Die Facettenaugen werden dagegen nur bei einigen blinden Höhlenbewohnern vermisst. Die Mundtheile sind beissend und kauend. Die Kiefertaster sind gewöhnlich viergliedrig, die Lippentaster dreigliedrig, bei den Raubkäfern erhalten jedoch auch die äusseren Kieferladen eine tasterartige Form und Gliederung. Die durch Reduction ihrer Theile vereinfachte Unterlippe verlängert sich selten zu einer getheilten Zunge. Der umfangreiche Prothorax *(Halsschild)* lenkt sich dem meist schwachen Mesothorax freibeweglich ein; an ihm sowohl wie an den übrigen Brustringen rücken die Pleurae auf die Sternalfläche. Die höchst verschieden gestalteten Beine enden am häufigsten mit fünfgliedrigen, selten viergliedrigen Tarsen. Selten ist der Fuss aus einer geringeren Gliederzahl zusammengesetzt und ein- bis dreigliedrig. Der Hinterleib schliesst sich mit breiter Basis dem Metathorax an und besitzt stets eine grössere Zahl von Rückenschienen als Bauchschienen, von denen einzelne mit einander verschmelzen können. Die kleineren Endsegmente liegen meist eingezogen in den vorhergehenden verborgen.

Das Nervensystem der Käfer weicht durch die grössere oder geringere Concentration des Bauchmarkes nach mehreren Richtungen auseinander. Auf das untere Schlundganglion folgen zwei oder drei Thoracalganglien, in deren hinteren Abschnitt auch ein oder zwei abdominale Ganglien eingeschmolzen sind. Im Abdomen erhält sich meist eine Reihe von Ganglien (2 bis 7) gesondert (Fig. 105); doch können auch alle zu einer länglichen Masse verschmolzen oder in die Brustganglien eingezogen sein. Der lange gewundene Darmcanal erweitert sich bei den fleischfressenden Käfern zu einem Kaumagen, welchem der zottige Chylusdarm folgt (Fig. 553). Die Zahl der Malpighi'schen Gefässe beschränkt sich wie bei den Schmetterlingen auf vier oder sechs. Beim Weibchen vereinigen sich zahlreiche Eiröhren unter sehr verschiedener Anordnung und am Ausführungsapparat tritt oft eine Begattungstasche auf. Die Männchen besitzen einen umfangreichen hornigen Penis, welcher während der Ruhe in den Hinterleib eingezogen ist und mittelst eines kräftigen Muskelapparates vorgestülpt wird. Männchen und Weibchen sind leicht durch die Form und Grösse der Fühler, sowie durch die Bildung der Tarsalglieder und durch besondere Verhältnisse der Grösse, Körperform und Färbung zu unterscheiden.

Die Larven besitzen fast durchweg beissende Mundwerkzeuge, selten Saugzangen, und ernähren sich, in der Regel verborgen und dem Lichte entzogen, unter den verschiedensten Bedingungen, meist in ähnlicher Weise wie die ausgebildeten Insecten. Dieselben sind entweder madenförmig ohne Füsse, aber mit deutlich ausgebildetem Kopf *(Curculioniden)*, oder besitzen ausser den drei Beinpaaren der Brust auch noch Stummel an den letzten Hinterleibsringen. Manche Larven, wie die der *Cicindelen*, haben einen eigenthümlichen Greifapparat zum Erfassen der Beute (Fig. 617). Anstatt der noch fehlenden Facettenaugen treten Ocellen in verschiedener Zahl und Lage auf. Einige Käferlarven leben wie die Larven von Dipteren und Hymenopteren parasitisch und nähren sich im Innern der Bienenwohnungen von Eiern und Honig (*Meloë, Sitaris*, Fig. 621). An den Puppen der Käfer, welche entweder aufgehängt und befestigt sind oder auf der Erde oder in Höhlungen liegen, treten die Gliedmassen frei hervor.

Fig. 617.



a Cicindela campestris, b, c Larven derselben mit den beiden Rückenhaken am fünften Abdominalsegmente (règne animal).

Fossile Coleopteren finden sich schon im Steinkohlengebirge, besonders zahlreich aber im Bernstein.

1. Tribus. *Cryptotetramera* = *Pseudotrimera*. Die Tarsen setzen sich aus vier Gliedern zusammen, von denen ein Glied rudimentär bleibt; sie wurden von Latreille für dreigliedrig gehalten.

Fam. *Coccinellidae*, Marienwürmchen. *Coccinella septempunctata* L. Die Larven leben von Aphiden. *Chilocorus bipustulatus* L.

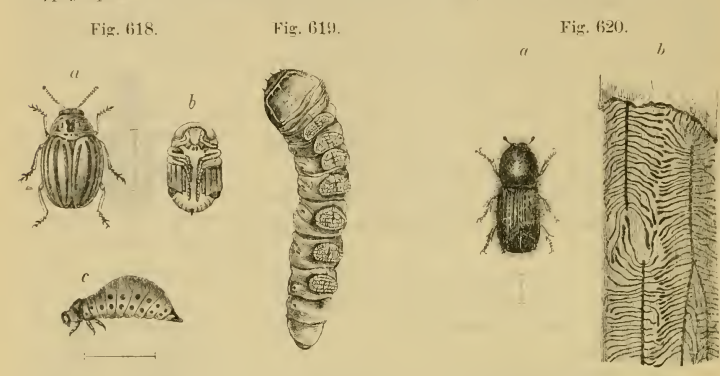
Fam. *Endomychidae*, Pilzkäfer, *Endomychus coccineus* L., *Lycoperdina succincta* L.

2. Tribus. *Cryptopentamera* = *Pseudotetramera*. An den fünfgliedrigen Tarsen ist ein Glied verkümmert und versteckt.

Fam. *Chrysomelidae*, Blattkäfer. Die meist lebhaft gefärbten Käfer leben von Blättern. Ihre Larven sind von walziger, gedrungener Körperform, sehr allgemein mit Warzen und dornigen Erhebungen besetzt und besitzen stets wohlentwickelte Beine. Sie ernähren sich ebenfalls von Blättern, in deren Parenchym einige *(Hispa)* miniren und haben zum Theil die Eigenthümlichkeit, ihre Excremente zur Verfertigung von Hüllen und Gehäusen zu benützen, die sie mit sich umhertragen *(Clythra, Cryptocephalus)*. Vor der Verpuppung befestigen sie sich meist mit ihrem Hinterende an Blättern. *Hispa atra* L., *Haltica oleracea* Fabr., schädlich, auf Kohlblättern. *Agelastica alni* L., *Lina populi* L., *Chrysomela varians* Fabr., *Doryphora decemlineata* Laq., Coloradokäfer, an Kartoffeln (Fig. 618).

Fam. *Cerambycidae*, Bockkäfer *(Longicornia)*. Einige *(Lamia)* erzeugen durch Reiben des Kopfes am Prothorax ein eigenthümliches Geräusch. Die langgestreckten madenförmigen Larven besitzen einen hornigen Kopf mit kräftigen Mandibeln, aber kleinen Fühlern und entbehren meist der Ocellen und Beine (Fig. 619). Sie leben im Holz, bohren Gänge in demselben und richten zuweilen starken Schaden an. *Saperda carcharias* L., *Lamia textor* L., *Aromia moschata* L., Moschusbock. *Rosalia alpina* L., *Cerambyx heros* Scop., *C. cerdo* Fabr., *Prionus coriarius* Fabr.

Fam. *Bostrychidae*, Borkenkäfer. Von geringer Grösse und walziger Körperform. Die Larven sind gedrungen walzig, ohne Beine, mit stellvertretenden behaarten Wülsten, bohren Gänge im Holz, von dem sie sich ernähren. Sie leben stets gesellig und gehören zu den gefürchtetsten Verwüstern der Nadelholzwaldungen. Sehr eigenthümlich ist der für die einzelnen Arten charakteristische und die Lebensweise bezeichnende Frass in der Rinde. Beide Geschlechter begegnen sich in den oberflächlichen Gängen, welche das Weibchen nach der Begattung fortführt und verlängert, um in ausgenagten Grübchen die Eier abzulegen. Die ausschlüpfenden Larven fressen sich dann seitliche Gänge aus, die mit der wachsenden Grösse der Larve und der weiteren Entfernung vom Hauptgang breiter werden und der Innenseite der Rinde die charakteristische Sculptur verleihen. *Bostrychus chalcographus* L., *B. typographus* L., unter der Rinde von Fichten (Fig. 620). *B. stenographus* Duft.



Doryphora decemlineata nach Gerstaecker. *a* Käfer, *b* Puppe, *c* Larve.

Larve von *Cerambyx heros*, nach Ratzeburg.

a Bostrychus typographus, *b* Stammabschnitt einer Fichte mit Bohrgängen von *Bostrychus typographus*, nach Altum.

Fam. *Curculionidae*, Rüsselkäfer. Vorderkopf rüsselförmig verlängert. Larven walzenförmig, ohne oder mit sehr rudimentären Beinen und Ocellen, nähren sich fast ausnahmslos phytophag, und zwar unter den verschiedensten Verhältnissen, die einen im Innern von Knospen und Früchten, die anderen unter der Rinde oder auf Blättern oder im Holze. *Calandra granaria* L., in Getreide, als schwarzer Kornwurm bekannt. *Balaninus nucum* L., *Hylobius abietis* Fabr., *Apion frumentarium* L. Hier schliesst sich an: *Bruchus pisi* K.

3. Tribus. *Heteromera*. Die Füsse der beiden vorderen Beinpaare sind aus fünf, die des hinteren aus vier Tarsalgliedern gebildet.

Fam. *Oedemeridae*. *Oedemera virescens* L.

Fam. *Meloidae (Cantharidae)*. Werden wegen der blasenziehenden Eigenschaft ihrer Säfte zur Bereitung von Vesicantien benutzt. Die Larven leben theils parasitisch an Insecten, theils frei unter Baumrinde und durchlaufen theilweise eine complicirte, von Fabre als Hypermetamorphose bezeichnete Verwandlung, indem sie zuerst drei Beinpaare besitzen, dieselben dann in späteren Stadien verlieren und eine walzige Körperform erhalten (Fig. 580). *Meloë* L. Die Käfer leben im Grase und lassen bei der Berührung eine scharfe Flüssigkeit zwischen den Gelenken der Beine austreten. Die ausgeschlüpften Larven kriechen an Pflanzenstengeln empor, dringen in die Blüthen von Asclepiadeen, Primulaceen etc. ein und klammern sich an den Leib von Bienen fest (*Pediculus melittae* Kirby), um auf diesem in das Bienennest getragen zu werden, in welchem sie sich vorwiegend von Honig ernähren. *M. proscarabaeus* L., *M. violaceus* Marsh. (Fig. 621 *a*), *Lytta* (*Cantharis* Geoffr.) *vesicatoria* L., spanische Fliege. *Sitaris humeralis* Fabr., Südeuropa (Fig. 621 *b*).

Fam. *Rhipiphoridae.* Die Larven leben in Wespennestern *(Metoecus)* oder im Hinterleibe von Schaben *(Rhipidius)*. *Rhipiphorus bimaculatus* Fabr., *Metoecus* Gerst., *Rhipidius blattarum* Sundv.

Fam. *Tenebrionidae. Tenebrio molitor* L., Larve als Mehlwurm bekannt. *Blaps mortisaga* L.

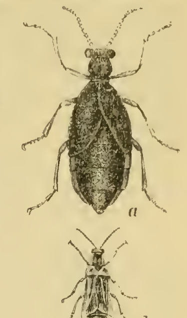


Fig. 621.

a Meloë violaceus, b Sitaris humeralis (règne animal).

4. Tribus. *Pentamera.* Mit vorherrschend fünfgliedrigen Tarsen.

Fam. *Xylophaga.* Füsse zuweilen noch viergliedrig. Die Larven ernähren sich theils von todten thierischen Stoffen, theils bohren sie im Holze cylindrische horizontale Gänge und sind sowohl hölzernen Geräthschaften und Baumaterial, als lebenden Gehölzen verderblich. *Lymexylon navale* L., auf Schiffswerften im Eichenholz. *Anobium pertinax* L., Todtenuhr, erzeugt im Holz ein tickendes Geräusch. *Ptinus fur* L., *Pt. rufipes* Fabr.

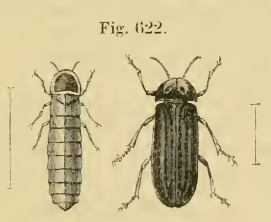
Fam. *Cleridae.* Die bunt gefärbten Larven leben unter der Rinde grösstentheils von anderen Insecten. *Clerus formicarius* L., *Trichodes apiarius* L. Die Larve schmarotzt in Bienenstöcken.

Fam. *Malacodermata.* Käfer mit weicher, lederartiger Haut. *Malachius aeneus* Fabr., *Cantharis (Telephorus) violacea* Payk., *C. fusca* L., *Lampyris* Geoffr., Johanniswurm. Weibchen ungeflügelt oder nur mit zwei kleinen Schuppen. Im Hinterleibe finden sich Leuchtorgane. *L. noctiluca* L. (Fig. 622), *L. splendidula* L. Weibchen mit zwei kleinen Schuppen anstatt der Flügeldecken.

Fam. *Elateridae,* Schnell- oder Springkäfer. Der langgestreckte Leib zeichnet sich durch die sehr freie Gelenkverbindung zwischen Pro- und Mesothorax, sowie durch den Besitz eines Stachels am Prothorax aus, welcher in eine Grube der Mittelbrust passt. Beide Einrichtungen befähigen den auf dem Rücken lebenden Käfer zum Emporschnellen. Die Larven leben unter Baumrinde vom Holze, theilweise aber auch in den Wurzeln des Getreides und der Rübe und können sehr schädlich werden. *Agriotes lineatus* L., *Lacon murinus* L., *Elater sanguineus* L., *Pyrophorus noctilucus* L., auf Cuba, mit blasig aufgetriebener leuchtender Vorderbrust.

Fam. *Buprestidae,* Prachtkäfer. Körper langgestreckt, nach hinten zugespitzt, oft lebhaft gefärbt und metallisch glänzend. Die langgestreckten wurmförmigen Larven entbehren der Ocellen und in der Regel auch der Beine und besitzen eine sehr verbreiterte Vorderbrust. Sie leben ähnlich wie die Cerambycidenlarven, denen sie überhaupt gleichen, im Holze und bohren flache ellipsoidische Gänge. *Trachys minuta* L., *Agrilus biguttatus* Fabr., *Buprestis rustica* Fabr., *B. flavomaculata* Fabr.

Fig. 622.



Lampyris noctiluca (règne animal). *a* Männchen, *b* Weibchen.

Fig. 623.



Larve von *Melolontha vulgaris*, nach Ratzeburg.

Fam. *Lamellicornia,* Blatthornkäfer. Die Fühlhörner sind sieben- bis eilfgliedrig, mit grossem Basalgliede und fächerförmig verbreiterten (drei bis sieben) Endgliedern (Fig. 543 *i*). Bei vielen sind die Vorderbeine zum Graben eingerichtet. Die weichhäutigen Larven mit hornigem Kopfe und gekrümmtem Bauche, mit mittellangen Beinen und sackförmig erweitertem Hinterleibsende nähren sich theils von Blättern und Wurzeln, theils von putrescirenden pflanzlichen und animalen Substanzen und verpuppen sich nach zwei- bis dreijähriger Lebensdauer in einem Cocon unter der Erde. *Lucanus cervus* L., Hirschkäfer, Schröter. Larve im Mulm alter Eichen. Der Käfer nährt sich von dem ausfliessenden Saft der Eiche. *Dorcus*

parallelipipedus L., *Copris lunaris* L., *Ateuchus sacer* L., Pillendreher. *Aphodius subterraneus* Fabr., *Geotrupes vernalis* L., *G. stercorarius* L., *Lethrus cephalotes* Fabr., den jungen Trieben des Weinstockes schädlich. *Rhizotrogus solstitialis* L., *Polyphylla fullo* L., *Melolontha vulgaris* Fabr., Maikäfer. Die Larve, als Engerling bekannt (Fig. 623), nährt sich in der ersten Jugend gesellig lebend von modernden Pflanzenstoffen, später (im zweiten und dritten Jahre) von Wurzeln, durch deren Zerstörung sie grossen Schaden anrichtet. Gegen Ende des vierten Sommers entwickelt sich meist der Käfer aus der in einer glatten runden Höhle liegenden Puppe, verharrt aber bis zum nächsten Frühjahre in der Erde. *M. hippocastani* Fabr., *Cetonia aurata* L., *Oryctes nasicornis* L., Nashornkäfer. *Dynastes Hercules* L.

Fam. *Dermestidae,* Speckkäfer. Die Larven mit langer Haarbekleidung. *Attagenus pellio* L., Pelzkäfer. *Dermestes lardarius* L., Speckkäfer. *Anthrenus museorum* L.

Fam. *Histeridae,* Stutzkäfer. *Hister maculatus* L., *Ontophilus striatus* Fabr.

Fam. *Silphidae,* Aaskäfer. Käfer und Larven leben von faulenden thierischen und wohl auch vegetabilischen Stoffen und legen an denselben ihre Eier ab, einige fallen selbst lebende Insecten und Larven an. Angegriffen, vertheidigen sich viele durch den Auswurf eines stinkenden Analsecretes. *Silpha thoracica* Fabr., *S. obscura* Fabr., *S. atrata* Fabr.. *Necrophorus vespillo* Fabr., *N. germanicus* Fabr., Todtengräber.

Fam. *Pselaphidae.* Leben im Dunkeln unter Steinen und in Ameisencolonien. *Pselaphus Heisei* Herbst. *Claviger testaceus* Pr.

Fam. *Staphylinidae.* Kurzdeckflügler. Mit sehr kurzen Flügeldecken. *Myrmedonia canaliculata* Fabr. Leben unter Ameisen. *Staphylinus maxillosus* L., *Omalium rivulare* Payk.

Fam. *Hydrophilidae (Palpicornia).* Schwimmkäfer mit kurzen keulenförmigen Fühlern und langen Maxillartastern, welche oft die Fühler überragen. Nähren sich von Pflanzen. *Hydrophilus piceus* L. (Fig. 616), *Hydrous caraboides* L., *Hydrobius fuscipes* L.

Fam. *Dytiscidae,* Schwimmkäfer. Mit fadenförmigen, zehn- oder eilfgliedrigen Fühlern und breiten, mit Borsten besetzten Schwimmbeinen, von denen besonders die weit zurückstehenden Hinterbeine durch den dichten Besitz von Schwimmhaaren zum Rudern tauglich werden. Nähren sich vom Raube. *Colymbetes fuscus* L., *Dytiscus marginalis* Sturm. *Acilius sulcatus* L.

Fam. *Carabidae,* Laufkäfer. Mit eilfgliedrigen, fadenförmigen Fühlern, kräftigen, zangenförmigen Mandibeln und Laufbeinen. Die langgestreckten Larven besitzen viergliedrige Fühler, vier bis fünf Ocellen jederseits, sichelförmig vorstehende Fresszangen und ziemlich lange, fünfgliedrige Beine. *Harpalus aeneus* Fabr., *Brachinus crepitans* K., Bombardirkäfer. *Zabrus gibbus* Fabr., *Carabus auratus* L., *Procrustes coriaceus* L., *Calosoma sycophanta* L., Puppenräuber.

Fam. *Cicindelidae.* Mandibeln mit drei Zähnen. Die Larven graben Gänge unter der Erde, besitzen einen breiten Kopf, sehr grosse sichelförmig gekrümmte Kiefer und tragen am Rücken des achten Leibessegmentes zwei Hornhaken zum Festhalten in dem Gange, an dessen Mündung sie auf Beute lauern. *Cicindela campestris* (Fig. 617).

11. Ordnung. **Strepsiptera**[1], **Fächerflügler.**

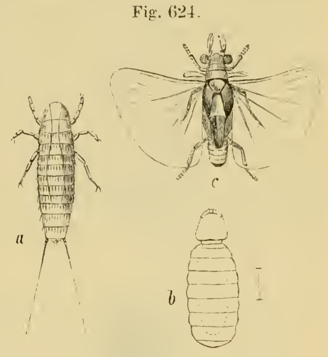
Insecten mit stummelförmigen, an der Spitze aufgerollten Vorderflügeln, grossen, der Länge nach faltbaren Hinterflügeln, rudimentären Mundwerkzeugen, im weiblichen Geschlecht ohne Flügel und ohne Beine, als Larven im Leibe von Hymnopteren schmarotzend.

---

[1]) W. Kirby, Strepsiptera, a new order of Insects. Transact. Linn. Soc., Tom. X. v. Siebold, Ueber Xenos sphecidarum und dessen Schmarotzer. Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere, 1839. Derselbe, Ueber Strepsiptera. Archiv für Naturgesch., Tom. IX, 1843. Curtis, British Entomology. London 1849.

Die Mundtheile sind im geschlechtsreifen Alter verkümmert und bestehen aus zwei spitzen, übereinander greifenden Mandibeln und kleinen mit der Unterlippe verschmolzenen Maxillen nebst zweigliedrigen Tastern. Vorderbrust und Mittelbrust bleiben sehr kurze Ringe, dagegen verlängert sich der Metathorax zu einer ungewöhnlichen Ausdehnung und überdeckt die Basis des neungliedrigen Hinterleibes. Die Männchen besitzen kleine aufgerollte Flügeldecken und sehr grosse, der Länge nach fächerartig faltbare Hinterflügel (Fig. 624). Die augenlosen Weibchen dagegen bleiben zeitlebens ohne Flügel und Beine, einer Made ähnlich, und verlassen weder ihre Puppenhülle, noch ihren parasitischen Aufenthaltsort im Hinterleibe von Wespen und Hummeln, aus dem sie nur ihren Vorderkörper hervorstrecken. Die Männchen sollen mittelst ihres Copulationsorgans die anfangs geschlossene Rückenröhre des Weibchens bei der Begattung öffnen. Die Eierstöcke entbehren des Eileiters und verharren, wie es scheint, auf einem früheren Entwicklungsstadium, indem sie wahrscheinlich ähnlich wie die der viviparen Cecidomyialarven die Eier erzeugen. Diese fallen frei in die Leibeshöhle, werden befruchtet und entwickeln sich (möglicherweise aber auch zum Theil parthenogenetisch) zu Larven, welche durch den erwähnten Rückencanal ihren Weg nach aussen nehmen und auf Bienen- und Wespenlarven gelangen (Fig. 624 *a*). In diesem Zustande sind sie sehr beweglich und besitzen wie die jungen Cantharidenlarven drei wohl entwickelte Beinpaare, sowie zwei Schwanzborsten am Hinterleibe und bohren sich in den Leib der neuen Träger ein. Etwa acht Tage später verwandeln sie sich dann unter Abstreifung der Haut in eine fusslose Made von walziger Form, welche erst in der Hymenopterenpuppe zur Puppe wird und sich als solche aus dem Hinterleibe jener mit dem Kopfe hervorbohrt. Die Männchen verlassen die Puppenhülle, suchen die Weibchen auf und scheinen nur eine kurze Lebensdauer zu haben.

Fig. 624.



Stylops Childreni, nach Kirby. *a* Larve, *b* Weibchen, *c* Männchen.

Fam. *Stylopidae*. *Xenos Rossii* Kirb. (*X. vesparum* Ross.) schmarotzt in Polistes gallica. *Stylops melittae* Kirb.

12. Ordnung. **Hymenoptera** [1]), **Hautflügler.**

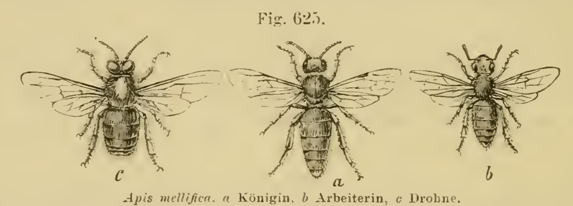
Insecten mit beissenden und leckenden Mundwerkzeugen, mit verwachsenem Prothorax, mit vier häutigen, nur wenig geaderten Flügeln und vollkommener Metamorphose. Larven madenförmig.

---

[1]) L. Jurine, Nouvelle méthode de classer les Hyménoptères et les Diptères. Tom. I. Hyménoptères. Génève 1807. C. Gravenhorst, Ichneumologia Europaea. Vratislaviae 1829.

Der Körper besitzt einen frei beweglichen Kopf mit grossen, im männlichen Geschlechte fast zusammenstossenden Netzaugen und drei Ocellen (Fig. 564). Die Fühler lassen gewöhnlich ein grosses Basalglied (Schaft) und eilf- bis zwölf kürzere Glieder (Geissel) unterscheiden, oder sind ungebrochen und bestehen dann aus einer grösseren Gliederzahl. Mundwerkzeuge beissend und leckend, Oberlippe und Mandibeln wie bei Käfern und Orthopteren gebildet, die Maxillen und Unterlippe dagegen verlängert, zum Lecken eingerichtet, in der Ruhe häufig knieförmig umgelegt (Fig. 545). Bei den Bienen kann die Zunge durch bedeutende Streckung die Form eines Rüssels annehmen; in diesen Fällen verlängern sich auch die Kieferladen in ähnlicher Ausdehnung und bilden eine Art Scheide in der Umgebung der Zunge. Die Kiefertaster sind meist sechsgliedrig, die Labialtaster dagegen nur viergliedrig, können sich aber auch auf eine geringere Gliederzahl reduciren. Der Prothorax tritt in feste Verbindung mit den nachfolgenden Brustringen, indem wenigstens das Pronotum mit Ausnahme der Blatt- und Holzwespen mit dem Mesonotum verschmilzt, während das rudimentäre Prosternum frei beweglich bleibt. Am Mesothorax finden sich über der Basis der Vorderflügel zwei kleine bewegliche Deckschuppen *(Tegulae)*, und hinter

Fig. 625.



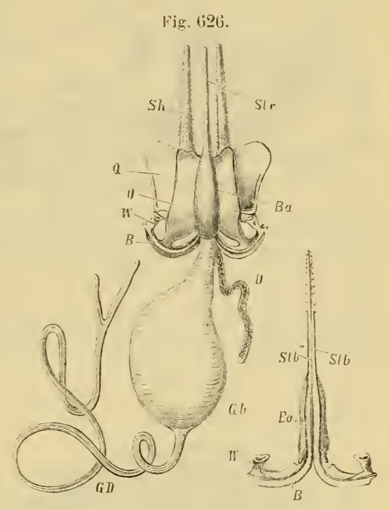
Apis mellifica. *a* Königin, *b* Arbeiterin, *c* Drohne.

dem Scutellum bildet sich der vordere Theil des Metanotum zu dem Hinterschildchen *(Postscutellum)* aus. Auch das erste Abdominalsegment wird in die Bildung des Thorax mit eingezogen, so dass die erste Bauchschiene fehlt. Beide Flügelpaare sind häutig, durchsichtig und von wenigen Adern durchsetzt, die vorderen beträchtlich grösser als die hinteren, von deren Aussenrand kleine übergreifende Häkchen entspringen, welche sich an dem unteren Rande der Vorderflügel befestigen und die Verbindung beider Flügelpaare herstellen. Zuweilen fehlen dieselben einem der beiden Geschlechter oder bei manchen gesellig lebenden Hymenopteren den Arbeitern. Die Beine besitzen fünfgliedrige, meist verbreiterte Tarsen mit langem ersten Tarsalgliede. Selten schliesst sich der Hinterleib nahezu in seiner ganzen Breite dem Thorax an (sitzend), in der Regel verengert sich das erste oder die beiden ersten Segmente des Abdomens zu einem dünnen, die Befestigung

J. Th. C. Ratzeburg, Die Ichneumonen der Forstinsecten. 3 Bde. Berlin 1844—1852. G. Dahlbohm, Hymenoptera Europaea, praecipue borealia. Lund 1845. v. Siebold, Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden. Leipzig 1871. P. Breithaupt, Ueber die Anatomie und die Functionen der Bienenzunge. Archiv für Naturgesch., 52. Jahrg., 1886.

mit dem Thorax vermittelnden Stiele (gestielt). Im weiblichen Geschlechte endet der Hinterleib mit einem in der Regel eingezogenen Legestachel *(Terebra)* oder Giftstachel *(Aculeus)*. Dieser entwickelt sich aus sechs Wärzchen, von denen vier der Bauchseite des vorletzten, zwei der des drittletzten Segmentes angehören. Der Stachel (Fig. 626) besteht aus der Stachelrinne, zwei Stechborsten und zwei Stachelscheiden (nebst oblongen Platten) und liegt im Ruhezustand eingezogen. Erstere, mit ihrer Rinne nach unten gewendet, entsteht aus dem inneren Warzenpaar des vorletzten Segmentes, während die an den Rändern der Stachelrinne laufenden Stechborsten dem Zapfenpaare des drittletzten Segmentes entsprechen. Uebrigens nehmen auch die Segmente selbst insofern an der Stachelbildung Antheil, als sie kräftige Stützplatten des Stachels (quadratische Platte und Winkel) liefern.

Fig. 626.



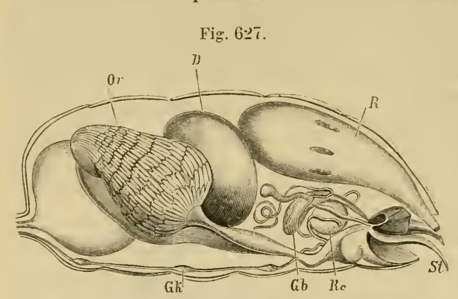
Stachelapparat der Honigbiene von der Rückenseite, nach Kraepelin. *GD* Giftdrüse, *Gb* Giftblase, *D* Schienendrüse, *Str* Schienenrinne mit den Stechborsten, *Ba* bulböse Basis der ersteren, *B* Bogen derselben, *W* Winkel, *Sh* Stachelscheide, *O* oblonge Platte, *Q* quadratische Platte, *Stb'*, *Stb''* die beiden Stechborsten an der ventralen Seite der Schienenrinne.

Das Nervensystem besteht aus einem umfangreichen, complicirt gebauten Gehirn, dem unteren Schlundganglion, zwei Brustknoten (die Ganglien des Meso- und Metathorax sind mit den vorderen Bauchganglien verschmolzen) und fünf bis sechs Ganglien des Hinterleibes. Der Darm erreicht häufig eine bedeutende Länge, namentlich bei denjenigen Hautflüglern, welche sich bei einer längeren Lebensdauer um die Pflege und Ernährung der Brut kümmern. Umfangreiche Speicheldrüsen sind vorhanden (Fig. 553). Meist erweitert sich der enge Oesophagus zu einem Saugmagen, seltener zu einem kugeligen Kaumagen (Ameisen). Die Zahl der in den Dünndarm einmündenden kurzen Malpighi'schen Gefässe ist eine beträchtliche. Im Zusammenhange mit dem ausdauernden Flugvermögen bilden die Längsstämme der Tracheen blasige Erweiterungen, von denen zwei an der Basis des Hinterleibes durch ihre Grösse hervortreten. Die Weibchen besitzen meist sehr zahlreiche (bis zu hundert) vielfächerige Eiröhren und ein grosses Receptaculum seminis mit Anhangsdrüse, während eine gesonderte Begattungstasche fehlt (Fig. 627). Da, wo ein Giftstachel auftritt, sind fadenförmige oder verästelte Giftdrüsen mit gemeinsamer Giftblase und in die Stachelscheide mündendem Ausführungsgange vorhanden (Fig. 626).

Im männlichen Geschlechte verbinden sich mit den Samenleitern der beiden Hoden zwei accessorische Drüsen, während der gemeinsame Ductus ejaculatorus mit einem umfangreichen ausstülpbaren Penis endet.

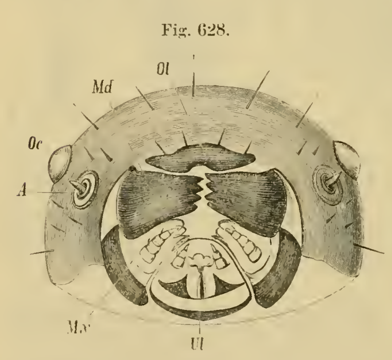
Mit Ausnahme der Blattwespen und Holzwespen sind die Larven fusslos und leben entweder parasitisch im Leibe von Insecten (die *Pteromalinen* unter Vorgängen einer Art Hypermetamorphose verschiedene Larvenformen durchlaufend) oder in Pflanzen, oder in Bruträumen sowohl von pflanzlichen wie von thierischen Stoffen. Jene, den Schmetterlingsraupen ähnlich, aber mit einfachem grossen Auge jederseits (Fig. 628), haben ausser den sechs Thoracalbeinen sechs bis acht Paare von Abdominalfüssen und leben frei von Blättern; diese sind madenartig, finden das Nahrungsmaterial in ihren Zellen vor, oder werden während ihres Heranwachsens gefüttert. Meist besitzen sie, wie z. B. die Larven der Bienen und Wespen, einen kleinen einziehbaren Kopf mit kurzen Mandibeln und Fressspitzen (Kiefer und Unterlippe). Dieselben entbehren der Afteröffnung, da der blindgeschlossene Magen mit dem die Malpighi'schen Gefässe aufnehmenden Enddarm nicht communicirt. Die meisten Larven spinnen sich zur Verpuppung eine unregelmässige Hülle oder einen festeren Cocon aus seidenartigen Fäden. Die der Wespen und Bienen erfahren dann bald eine Häutung (unter Entleerung ihrer Auswurfsstoffe), mit der sie jedoch erst in ein Vorstadium der Puppe, von Siebold „*Pseudonymphe*“ genannt, eintreten (Fig. 629).

Fig. 627.



Die Eingeweide im Hinterleibe der Bienenkönigin, nach R. Leuckart. *D* Darm, *R* Rectum mit den Rectaldrüsen und After, *Gk* Ganglienkette, *Ov* Ovarium, *Rc* Receptaculum seminis, *Gb* Giftdrüsenblase, *St* Stachel.

Fig. 628.



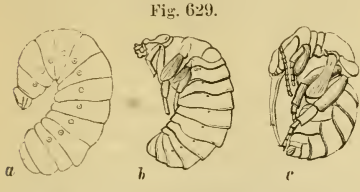
Kopf und Mundtheile einer Tenthredine *(Lophyrus)* von vorne gesehen. *A* Antenne, *Oc* Ocelle, *Ol* Oberlippe, *Md* Mandibel, *Mx* Maxille nebst Taster, *Ul* Unterlippe nebst Taster.

1. Unterordnung. *Terebrantia.* Weibchen mit Legeröhre oder Legebohrer *(Terebra)*, der frei am Hinterleibsende hervorsteht und zuweilen zurückgezogen werden kann.

1. Tribus. *Phytophaga.* Abdomen sitzend. Trochanteren zweiringelig. Larven phytophag, raupenähnlich.

Fam. *Tenthredinidae,* Blattwespen. Hinterleib sitzend, mit kurzem Legebohrer. Die Larven selten mit drei, meist mit neun bis eilf Beinpaaren, raupenähnlich. Die Weibchen legen die Eier in die Haut von Blättern, der Stich veranlasst den Zufluss von Pflanzensäften, durch deren Imbibition das Ei an Grösse zunimmt. Die ausschlüpfenden Larven

Fig. 629.



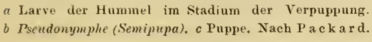
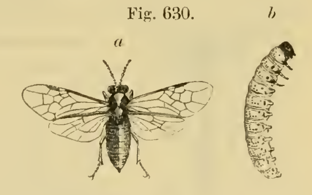

a Larve der Hummel im Stadium der Verpuppung. *b* *Pseudonymphe (Semipupa).* *c* Puppe. Nach Packard.

Fig. 630.



a *Tenthredo (Athalia) spinarum* (aus Nördlinger), Imago, *b* Larve von *Athalia.*

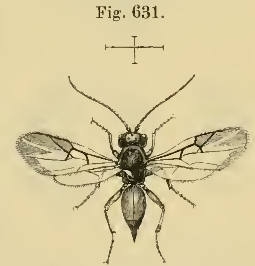
nähren sich von Blättern, leben in der Jugend oft gemeinsam in Gesellschaften und verpuppen sich in einem Cocon. Von den Raupen unterscheiden sie sich durch die grössere Zahl der Beinpaare und durch die beiden Punktaugen des hornigen Kopfes. *Lyda betulae* L., *L. campestris* Fabr., *Lophyrus pini* L., Kiefernblattwespe. *Tenthredo (Athalia) spinarum* Fabr., Larven auf Raps, selten auf Rosen (Fig. 630). *Nematus ventricosus* Klg., Larve auf Stachelbeeren. *Cimbex femorata* L.

Fam. *Uroceridae*, Holzwespen. Abdomen mit gespaltener erster Dorsalplatte und meist langem, frei vorstehendem Legebohrer. Die Weibchen bohren Holz an und legen ihre Eier in dasselbe. Die ausschlüpfenden Larven bohren sich im Holze weiter und haben eine beträchtliche Lebensdauer. *Sirex gigas* L., Riesenholzwespe.

2. Tribus. *Gallicola.* Hinterleib gestielt. Larven fusslos und afterlos, meist in Pflanzenzellen lebend.

Fam. *Cynipidae,* Gallwespen. Thorax buckelförmig erhoben. Hinterleib meist kurz, seitlich comprimirt. Der an der Bauchseite desselben entspringende Legebohrer ist in der Regel eingezogen. Die Weibchen bohren Pflanzentheile an und veranlassen durch den Reiz einer ausfliessenden scharfen Flüssigkeit unter abnormem Zufluss von Pflanzensäften die Entstehung der als *Gallen* bekannten Auswüchse, in denen entweder eine oder zahlreiche fusslose Larven ihre Nahrung finden. Wegen des Gehaltes an Gerbsäure finden gewisse Gallen eine officinelle Verwendung, namentlich die kleinasiatischen (Aleppo) Eichengallen. Von manchen Arten sind bis jetzt nur Weibchen bekannt, deren Eier sich parthenogenetisch entwickeln. Manche Larven leben indessen auch in Dipteren und Blattläusen parasitisch. *Cynips quercus folii* L. *Rhodites rosae* L., erzeugt den Bedeguar der Rosen (Fig. 631). *Figites scutellaris* Latr., Parasit der Sarcophagamade.

Fig. 631.



Rhodites rosae aus Brandt und Ratzeburg.

3. Tribus. *Entomophaga.* Hinterleib gestielt. Weibchen mit frei vorstehendem Legestachel. Larven fusslos und ohne After, meist in Larven anderer Insecten schmarotzend.

Fam. *Pteromalidae* Die Larven schmarotzen in allen möglichen Insectenlarven, häufig auch in Parasiten, und durchlaufen eine complicirte, durch die Aufeinanderfolge sehr

verschiedener Stadien höchst merkwürdige Metamorphose (Fig. 582). *Pteromalus puparum* L., *Teleas clavicornis* Latr., *Platygaster* Latr.

Fig. 632.



Pimpla manifestator (règne animal).

Fam. *Braconidae*. Verfolgen vornehmlich Raupen, sowie die im absterbenden Holze lebenden Käferlarven. *Microgaster glommeratus* L., in Raupen. *Bracon impostor* Scop., *Br. palpebrator* Ratzbg.

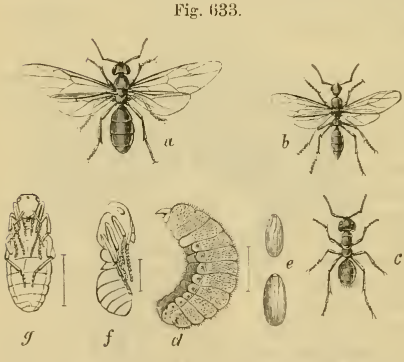
Fam. *Ichneumonidae*. *Ichneumon incubitor* L., *I. (Trogus) lutorius* Ratzbg., *Pimpla (Ephialtes) manifestator* L. (Fig. 632), *Ophion luteus* L.

Fam. *Evaniadae*. *Evania appendigaster* L., *Foenus jaculator* L.

2. Unterordnung. *Aculeata*. Mit zurückziehbarem durchbohrten Giftstachel und mit Giftdrüse im weiblichen Geschlechte. Der Hinterleib stets gestielt, die Fühler der Männchen meist dreizehngliedrig, der Weibchen zwölfgliedrig. Die Larven fusslos und ohne Afteröffnung.

Fam. *Formicidae* [1]), Ameisen (Fig. 633). Leben gemeinsam in Gesellschaften, welche neben den geflügelten Männchen und Weibchen kleine ungeflügelte Arbeiter mit stärkerem Prothorax in Ueberzahl enthalten. Nach der Grösse des Kopfes und der Kiefer zerfallen die letzteren zuweilen wieder in zwei Formenreihen, in Soldaten und eigentliche Arbeiter. Wie die Weibchen sind auch die Arbeiter als verkümmerte Weibchen mit einer Giftdrüse versehen, deren saures Secret (Ameisensäure) sie entweder mit Hilfe des Giftstachels entleeren oder beim Mangel des letzteren in die von den Mandibeln gemachte Wunde einspritzen. Die Bauten der Ameisen bestehen aus Gängen und Höhlungen, welche in morschen Bäumen, in der Erde oder in hügelartig aufgetragenen Haufen angelegt sind. Wintervorräthe werden in diese Räume nicht eingetragen, da die Arbeiterameisen, die mit den Königinnen allein in der Tiefe ihrer Wohnungen überwintern, in eine Art Winterschlaf verfallen. Im Frühjahre finden sich neben den Arbeitern Königinnen, aus deren Eiern Larven hervorgehen, welche von den Arbeitern sorgfältig gepflegt, gefüttert und vertheidigt werden. Dieselben verwandeln sich in eiförmigen Cocons zu Puppen (Ameiseneiern) und entwickeln sich theils zu Arbeitern, theils zu den

Fig. 633.



Formica (Camponotus) herculanea. *a* Weibchen, *b* Männchen, *c* Arbeiterin, *d* Larve von *Formica rufa*, *e* Puppe mit Gehäuse, sog. Ameisenei, *f*, *g* Puppe aus dem Gehäuse befreit.

[1]) P. Huber, Recherches sur les moeurs de Fourmis indigènes. Génève 1810. Latreille. Histoire naturelle des Fourmis. Paris 1802. A. Forel, Les Fourmis de la Suisse. Zürich 1874. A. F. Schimper, Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. Jena 1888. E. Wasmann, Die zusammengesetzten Nester und gemischten Colonien der Ameisen. Münster 1891. Vergl. ferner die Schriften von M. C. Cook, Lubbock, Emery, Adlers etc.

geflügelten Geschlechtsthieren, die bei uns früher oder später im Laufe des Sommers erscheinen und sich im Fluge begatten. Nach der Begattung gehen die Männchen zu Grunde, die Weibchen aber verlieren die Flügel und werden von den Arbeitern in die Bauten zur Eierablage zurückgetragen oder gründen auch mit einem Theile der Arbeiter neue Gesellschaften. In den Tropengegenden unternehmen die Ameisen in ungeheuren Schaaren gemeinsame Wanderungen und können zu einer wahren Plage werden, wenn sie, in die Häuser eindringend, alles Essbare zerstören. Besonders schädlich sind manche Formen (*Oecodoma*-Arten) dadurch, dass sie junge Bäume und Pflanzen entlauben. Nützlich aber erweisen sich einige Formen sowohl durch die Kämpfe mit den Termiten, als durch Zerstörung anderer schädlicher Insecten, wie Blattiden, selbst in den Wohnungen des Menschen. Viele Arten, insbesondere der Gattung *Eciton,* sind Raubameisen und überfallen andere Ameisencolonien. Gewisse Arten sollen sich in Kämpfe mit fremden Ameisenstaaten einlassen, deren Brut rauben und zur Dienstleistung in ihren eigenen Bauten erziehen (Amazonenstaaten, *F. rufa, rufescens*). Unbestreitbar ist die relativ hohe Lebensstufe, über welche die eingehenden Beobachtungen P. Huber's manchen Aufschluss gegeben haben. Die Ameisen halten sich Blattläuse gewissermassen als zu melkende Kühe, tragen Vorräthe in ihre Wohnungen, ziehen in geordneten Colonnen in den Kampf aus und opfern ihr Leben todesmuthig für die Gesammtheit. Im Contraste zu den Raubzügen der Sclavenstaaten stehen die freundschaftlichen Beziehungen der Ameisen zu anderen Insecten, welche als Myrmecophilen in den Ameisenbauten sich aufhalten (Larven von *Cetonia, Myrmecophila* etc.). *Formica herculanea* L. (Fig. 633), *F. rufa* L., *Myrmica rubra* L. Mit Giftstachel. *Eciton* Latr.

Fam. *Chrysididae,* Goldwespen. Die Weibchen legen ihre Eier in die Nester anderer Hymenopteren, namentlich von Grabwespen, mit denen sie bei dieser Gelegenheit Kämpfe zu bestehen haben. *Chrysis ignita* L.

Fam. *Heterogyna (Mutillidae, Scoliadae).* Männchen und Weibchen in Form, Grösse und Fühlerbau sehr verschieden. Die Weibchen, mit verkürzten Flügeln oder flügellos, leben solitär und legen ihre Eier an anderen Insecten oder in Bienennestern ab, ohne sich um die Ernährung und Pflege der Brut zu kümmern. *Mutilla europaea* L. *Scolia hortorum* Fabr. Die Larve lebt an der des Nashornkäfers parasitisch.

Fam. *Fossoria* [1]), Grabwespen. Solitär lebende Hymenopteren mit ungebrochenen Fühlern und verlängerten Beinen, deren Schienen mit langen Dornen und Stacheln bewaffnet sind. Die Weibchen, von Honig und Pollen lebend, graben Gänge und Röhren meist im Sande und in der Erde, jedoch auch in trockenem Holze, und legen am Ende derselben ihre Brutzellen an, welche je mit einem Ei und thierischem Nahrungsmaterial für die ausschlüpfende Larve besetzt werden. Einige *(Bembex)* tragen den in offenen Zellen heranwachsenden Larven täglich frisches Futter zu, andere haben in der geschlossenen Zelle so viele Insecten angehäuft, als die Larve zur Entwicklung braucht. Im letzteren Falle sind die herbeigetragenen Insecten nicht vollends getödtet, sondern blos durch einen Stich in das Bauchmark gelähmt. Meist erbeuten die einzelnen Arten ganz bestimmte Insecten (Raupen, Curculioniden, Buprestiden, Acridier etc.), die sie in höchst überraschender Weise bewältigen und lähmen. *Cerceris bupresticida* geht z. B. auf Raub von *Buprestis* aus, während *C. Dufourii* den *Cleonus ophthalmicus* wählt. Die Grabwespe ergreift den Kopf des Käfers mit den Mandibeln und senkt den Giftstachel zwischen die Einlenkungsstelle des Prothorax in die Ganglien der Brust ein. *Sphex flavipennis,* welche dreizellige Räume am Ende eines 2—3 Zoll langen horizontalen Ganges anlegt, geht auf Raub von Grillen, *Sphex albisecta,* auf Erbeutung von *Oedipoda*-Arten aus. *Ammophila holosericea* versorgt jede ihrer Brutzellen mit vier bis fünf Raupen, *A. sabulosa* und *argentata* nur mit einer sehr grossen Raupe, welche durch einen Stich in ein mittleres fussloses Körpersegment gelähmt worden ist. *Pompilus viaticus* L., *Cerceris arenaria* L. (Fig. 634). *Ammophila sabulosa* L., *Crabro cribrarius* L. *Sphex* Fabr.

---

[1]) Fabre, Observation sur les moeurs des Cerceris, sowie Études sur l'instinct et les métamorphoses des Sphégiens. Ann. des sc. nat., IV[e] sér., Tom. IV und VI.

Fam. *Vespidae*[1]), Faltenwespen. Mit schlankem glatten Leibe und schmalen, der Länge nach zusammenfaltbaren Vorderflügeln. Leben bald in Gesellschaften, bald solitär, im ersteren Falle sind auch die Arbeiter geflügelt. Die Weibchen der solitär lebenden Wespen bauen ihre Brutzellen im Sande, auch an Stengeln von Pflanzen aus Sand und Lehm und füllen sie sehr selten mit Honig, in der Regel mit herbeigetragenen Insecten, namentlich Raupen und Spinnen, wodurch sie sich in ihrer Lebensweise den Grabwespen anschliessen. Die gesellschaftlich vereinigten Wespen nähern sich in der Organisation ihres Zusammenlebens den Bienen. Ihre Nester bauen sie aus zernagtem Holze, welches sie zu papierartigen Platten verarbeiten und zur Anlage regelmässig sechseckiger Zellen verkleben. Entweder werden die aus einer einfachen Lage aneinandergefügter Zellen gebildeten Waben frei an Baumzweigen oder in Erdlöchern und hohlen Bäumen aufgehängt oder mit einem gemeinsamen blättrigen Aussenbau umgeben, an dessen unterer Fläche das Flugloch bleibt. In diesem Falle besteht der Innenbau häufig aus mehreren wagrecht aufgehängten Waben, welche wie Etagen übereinander liegen und durch Strebepfeiler verbunden sind. Die Oeffnungen der sechseckigen, vertical gestellten Zellen sind nach unten gerichtet. Die Anlage eines jeden Wespenbaues wird im Frühjahre von einem einzigen, im Herbste des verflossenen Jahres befruchteten und überwinterten Weibchen angelegt, welches im Laufe des Frühjahrs und Sommers Arbeiter erzeugt, die ihm bei der Vergrösserung des Baues und bei der Erziehung der Brut zur Seite stehen, und von denen nicht selten auch die grösseren im Laufe des Sommers erzeugten Formen an der Eierlage sich betheiligen und parthenogenetisch (zu männlichen Wespen) sich entwickelnde Eier legen. Die Larven werden mit zerkauten Insecten gefüttert und verwandeln sich in einem zarten Gespinnst innerhalb der zugedeckelten Zellen in die Puppen. Die ausgebildeten Thiere nähren sich in der Regel von süssen Substanzen und Honigsäften, die sie auch gelegentlich eintragen sollen *(Polistes)*. Erst im Spätsommer treten Weibchen und Männchen auf, welche sich im Fluge hoch in der Luft begatten. Die letzteren gehen bald zu Grunde, wie sich überhaupt der gesammte Wespenstaat im Herbste auflöst; die befruchteten Weibchen dagegen überwintern unter Steinen und Moos, um im nächsten Jahre einzelne neue Staaten zu gründen. *Odynerus parietum* L. *Polistes gallica* L. Nester ohne Umhüllungsblätter, aus einer gestielten Wabe bestehend. Die überwinterte befruchtete Wespe erzeugt nach v. Siebold anfangs nur weibliche Nachkommen, deren Eier unbefruchtet bleiben und sich parthenogenetisch zu Männchen entwickeln. *Vespa crabro* L., Hornisse (Fig. 635). *V. vulgaris* L.

Fig. 634.



Cerceris arenaria (règne animal).

Fig. 635.



Vespa crabro.

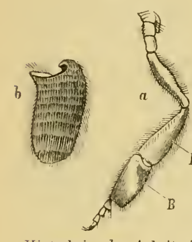
Fam. *Apidae*[2]), Bienen. Schienen und Tarsen besonders der Hinterbeine verbreitert, das erste Tarsalglied vornehmlich der Hinterbeine an der Innenseite bürstenförmig behaart (Fersenbürste). Vorderflügel nicht zusammenfaltbar. Leib behaart. Die Haare an den Hinterbeinen oder am Bauch als Sammelapparat des Pollen dienend (Schienensammler oder Bauchsammler). Die Unterlippe und Unterkiefer erreichen oft eine sehr bedeutende Länge. Letztere legen sich scheidenförmig um die Zunge und haben nur rudimentäre Taster. Die Bienen leben

[1]) H. de Saussure, Études sur la famille des Vespides. 3 Vol. Paris 1852—1857.
[2]) Fr. Huber, Nouvelles observations sur les Abeilles. 2 Vol. Paris 1814.

sowohl solitär als in Gesellschaften und legen ihre Nester in Mauern, unter der Erde und in hohlen Bäumen an und füttern ihre Larven mit Honig und Pollen. Einige bauen keine Nester, sondern legen ihre Eier in die gefüllten Zellen anderer Bienen (Schmarotzerbienen). *Andrena cineraria* L., *Dasypoda hirtipes* Fabr., *Nomada ruficornis* Kirb., Schmarotzerbiene. *Megachile (Chalicodoma) muraria* Fabr.; *Osmia bicornis* L., *Anthophora pilipes* Fabr. *Xylocopa violacea* Fabr., Holzbiene, baut senkrechte Gänge im Holz und theilt sie durch Querwände in Zellen.

Bombus Latr., Hummel. Körper plump, pelzartig behaart. Die Nester werden meist in Löchern unter der Erde angelegt und umfassen eine nur geringe Zahl, etwa 50—200, selten bis zu 500 Arbeitshummeln neben dem befruchteten Weibchen. Sie bauen keine künstlichen Waben, sondern häufen unregelmässige Massen von Pollen an, welche mit Eiern besetzt werden und den ausschlüpfenden Maden zur Nahrung dienen. Dieselben fressen in den Pollenklumpen zellige Höhlungen aus und bilden ausgewachsen eiförmige, frei, aber unregelmässig nebeneinander liegende Cocons. Auch das Hummelnest wird von einem einzigen überwinterten Weibchen gegründet, welches anfangs die Geschäfte der Brutpflege allein besorgt; später betheiligen sich an denselben die ausgeschlüpften verschieden grossen Arbeiter, die selbst auch unbefruchtete Eier ablegen. *B. lapidarius* Fabr., *B. muscorum* Ill., *B. terrestris* L., *B. hypnorum* Ill., *B. hortorum* L.

Fig. 636.



a Hinterbein der Arbeiterin von *Apis mellifica*, *K* Körbchen auf der Tibia, *B* vergrössertes Tarsalglied mit dem Bürstchen auf der Unterseite. — *b* Bürstchen, stärker vergrössert.

Apis L., Honigbiene. Die *Arbeiter* mit seitlichen getrennten Augen und eingliedrigen Kiefertastern. Die Aussenfläche der Hinterschienen grubenartig eingedrückt, von einfachen Randborsten umstellt (Körbchen), die Innenfläche des Tarsus mit regelmässigen Borstenreihen besetzt (Bürstchen) (Fig. 636). Das *Weibchen, Königin,* mit kürzerer Zunge, längerem Hinterleib, ohne Bürstchen. Das *Männchen, Drohne,* mit grossen zusammenstossenden Augen, breitem Hinterleib und kurzen Mundtheilen, ohne Körbchen und Bürstchen. *A. mellifica* L., Honigbiene, weit über Europa und Asien bis nach Afrika verbreitet (Fig. 625).

Die Arbeitsbienen bauen in hohlen Bäumen oder in sonst geschützten Räumen, unter dem Einflusse der menschlichen Pflege in zweckmässig eingerichteten Körben oder in Stöcken, und zwar stets senkrechte Waben. Das zum Wabenbau verwendete Wachs erzeugen sie als Umsatzproduct des Honigs und schwitzen dasselbe in Form kleiner Täfelchen zwischen den Schienen des Hinterleibes aus. Die Waben bestehen aus zwei Lagen von horizontalen sechsseitigen Zellen, deren Boden aus drei Rhombenflächen gebildet wird. Die kleineren Zellen dienen zur Aufnahme von Vorräthen (Honig und Blüthenstaub) und zur Arbeiterbrut, die grösseren für die Aufnahme von Honig und Drohnenbrut. Ausserdem findet sich am Rande der Waben zu bestimmten Zeiten eine geringe Anzahl von grossen unregelmässigen Königinnenzellen (Weiselwiegen), in welchen die Larven der weiblichen Bienen aufgezogen werden. Wenn die Zellen mit Honig gefüllt sind oder die in ihnen befindlichen Larven die Reife zur Verpuppung erlangt haben, werden sie bedeckelt. Eine kleine Oeffnung am Grunde des Stockes dient als Flugloch, im Uebrigen sind alle Spalten und Ritzen mit Stopfwachs verklebt, und es dringt kein Lichtstrahl in das Innere des Baues. Die Arbeitstheilung ist in keinem Hymenopterenstaate so strenge durchgeführt wie in dem der Bienen. Nur eine befruchtete Königin ist da und besorgt einzig und allein die Ablage der Eier, von denen sie an einem Tage mehr als 3000 abzusetzen im Stande ist. Die Arbeitsbienen theilen sich in die Geschäfte des Honigerwerbes, der Wachsbereitung, der Fütterung der Brut und des Ausbaues des Stockes. Die Drohnen, überdies nur zur Schwarmzeit in verhältnissmässig geringer Zahl vorhanden (200 bis 300 in einem Stocke von 20.000 bis 30.000 Arbeitern), haben das Privileg des Genusses und besorgen keinerlei Arbeit im Stocke. Die aus unbefruchteten Eiern entstandenen Drohnen gehen im Herbst zu Grunde (Drohnenschlacht); die Königin und die Arbeitsbienen

überwintern, von den angehäuften Vorräthen zehrend, unter dem Wärmeschutze des dichten Zusammenlebens im Stocke. Noch vor dem Reinigungsausflug in den ersten Tagen des erwachenden Frühlings belegt die Königin zuerst die Arbeiterzellen, später auch Drohnenzellen mit Eiern. Dann werden auch einige Weiselwiegen belegt und in Intervallen jede mit einem befruchteten Ei besetzt. In diesem letzteren werden die Larven durch reichlichere Nahrung und königliche Kost (Futterbrei) zu geschlechtsreifen, begattungsfähigen Weibchen, Königinnen, erzogen. Bevor die älteste der jungen Königinnen ausschlüpft — die von der Absetzung des Eies bis zum Ausschlüpfen 16 Tage braucht, während sich die Arbeiter in 20, die Drohnen in 24 Tagen entwickeln — verlässt die Mutterkönigin mit einem Theile des Bienenvolkes den Stock (Vorschwarm). Die ausgeschlüpfte junge Königin tödtet entweder die noch vorhandene Brut von Königinnen und bleibt dann in dem alten Stock, oder verlässt ebenfalls, wenn sie von jenem Geschäfte durch die Arbeiter zurückgehalten wird und die Volksmenge noch gross genug ist, vor dem Ausschlüpfen einer zweiten Königin den alten Stock mit einem Theile der Arbeiter (Nachschwarm oder Jungfernschwarm). Bald nach ihrem Ausschlüpfen hält die junge Königin ihren Hochzeitsflug und kehrt mit dem Begattungszeichen in den Stock zurück. Nur einmal begattet sich die Königin während ihrer ganzen auf vier bis fünf Jahre ausgedehnten Lebensdauer; sie ist von da an im Stande, männliche und weibliche Brut zu erzeugen. Eine flügellahme, zur Begattung untaugliche Königin legt nur Drohneneier, ebenso die befruchtete Königin im hohen Alter bei erschöpftem Inhalt des Receptaculum seminis. Auch Arbeiter können zum Legen von Drohneneiern fähig werden (Drohnenmütterchen), die Larven der Arbeiter aber im frühen Alter durch reichliche Ernährung zu Königinnen erzogen werden. Als Parasiten an Bienenstöcken sind hervorzuheben: der Todtenkopfschwärmer, die Wachsmotte, die Larve vom Bienenwolf *(Trichodes apiarius)* und die Bienenlaus *(Braula coeca)*.

Die Gattungen *Melipona* Ill., *Trigona* Jur. umfassen kleine amerikanische Bienenarten, scheinen jedoch der Gattung *Apis* minder nahe zu stehen, als man bislang glaubte. Bezüglich des Haushaltes besteht eine der auffallendsten Abweichungen darin, dass sie ihre Brutzellen schon vor Ablage des Eies mit Honig füllen und nachher zudeckeln, so dass die ausschlüpfende Made alles Nährmaterial vorfindet (Fr. Müller). Auch verfertigen die Arbeiter zur Aufspeicherung des Honigs grosse fassförmige Behälter. Unter der ersteren gibt es wie bei *Bombus* Formen, welche keine Nester bauen, sondern ihre Eier in die Nester anderer Arten legen.

VI. Thierkreis.

Mollusca[1]), Weichthiere.

Seitlich symmetrische Thiere ohne Metamerenbildung und ohne locomotives Skelet, deren Rumpf meist von einer einfachen oder zweiklappigen Kalkschale bedeckt ist, mit bauchständigem Fuss, mit Gehirn, Pedal und Visceralganglien.

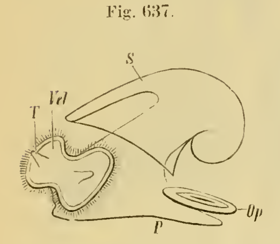
Seit Lamarck und Cuvier begreift man unter Mollusken eine Reihe von Thiergruppen, welche Linné zu den Würmern stellte. Seitdem in neuerer

[1]) G. Cuvier, Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris 1817. R. Leuckart, Ueber die Morphologie und die Verwandtschaftsverhältnisse der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1848. T. H. Huxley, On the Morphology of the cephalous Mollusca as illustrated by the Anatomy of certain Heteropoda and Pteropoda etc. Philos. Transactions, 1853.

Zeit die Organisation und Entwicklung näher erforscht worden ist, hat sich für dieselben auch in der That eine Beziehung zu den Würmern erwiesen. Trotzdem ist der Kreis der Mollusken enger zu fassen, als dies nach dem Vorgang jener Forscher lange Zeit geschah. Die zweischaligen Brachiopoden, welche nach Bau und Entwicklung in engerer Verwandtschaft zu den Bryozoen stehen, dürften mit diesen als *Molluscoideen* aus dem Gebiete der Weichthiere auszuscheiden sein, während die *Tunicaten* als selbstständiger Kreis den Vertebraten nahezustellen, beziehungsweise in engerem Verbande *(Chordonia)* anzuschliessen sind.

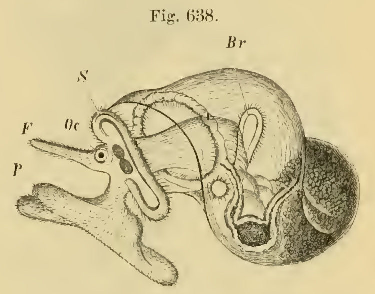
Der Körper der Mollusken ist ungegliedert, ohne Metamerenbildung und ohne gegliederte Extremitäten. Eine Leibeshöhle (Coelom) ist nur in Resten (Herzbeutel und Sexualdrüsen) vorhanden und verdrängt durch Wucherungen von Bindesubstanz und muskulösem Gewebe, deren Zwischenräume mit dem Blutgefässsystem zusammenhängen. Von einer weichen,

Fig. 637.



Aeltere Larve eines *Gastropoden*, nach Gegenbaur. *S* Schale, *P* Fuss, *Vel* Velum, *T* Tentakeln *Op* Deckel zum Verschluss der Schalenöffnung.

Fig. 638.



Larve von *Vermetus*, nach Lacaze-Duthiers. *S* Segel. *Br* Kieme, *F* Fühler, *Oc* Augen, *P* Fuss.

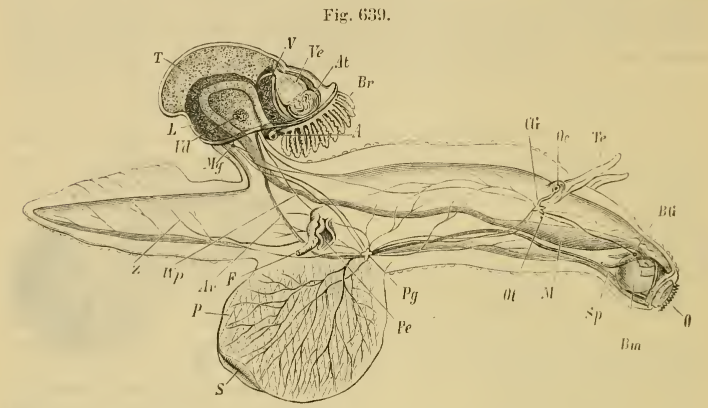
schleimigen Haut bedeckt, entbehrt der Körper sowohl eines inneren als äusseren Bewegungsskelets und erscheint daher besonders für den Aufenthalt im Wasser geeignet. Nur zum kleineren Theile sind die Weichthiere Landbewohner und in diesem Falle stets von beschränkter langsamer Locomotion, während die im Wasser lebenden Formen unter den weit günstigeren Bewegungsbedingungen dieses Mediums sogar zu einer raschen Schwimmbewegung befähigt sein können.

Eine grosse Bedeutung für die freie Bewegung besitzt der Hautmuskelschlauch vornehmlich an seiner unteren, der Bauchfläche entsprechenden Seite, an welcher sich derselbe zu einem mehr oder minder vortretenden, überaus verschieden geformten Bewegungsorgane, dem Fuss, ausbildet (Fig. 637 und 638). An demselben ist stets ein unpaarer, häufig selbst wieder in mehrere Theile gespaltener Abschnitt (Protopodium) zu unterscheiden, an welchem sich noch paarige Theile (Epipodium) ausbilden können. Oberhalb des Fusses erhebt sich am Rumpfe paarig symmetrisch oder unpaar kapuzenförmig eine schildförmige Verdickung der Haut, der sog. *Mantel*,

dessen Ränder bei vorgeschrittener Ausbildung als Duplicaturen der Haut den Körper überwachsen und theilweise bedecken. Die Oberfläche dieser Hautduplicatur erzeugt durch Absonderung von kalkhaltigen und pigmentreichen Secreten die mannigfach geformten und gefärbten Schalen, welche als schützende Gehäuse den weichen Körper in sich aufnehmen.

Bei den höheren, kopftragenden Weichthieren *(Cephalophoren)* setzt sich der vordere Theil des Körpers mit dem häufig von sog. Mundsegeln umgebenen Eingange in den Verdauungstract, den Centraltheilen des Nervensystems und den Sinnesorganen mehr oder minder scharf als *Kopf* ab. Der nachfolgende, die Hauptmasse des Leibes bildende Rumpf erleidet in seinem die Eingeweide umschliessenden dorsalen Abschnitt sehr häufig *(Gastropoden)*

Fig. 639.

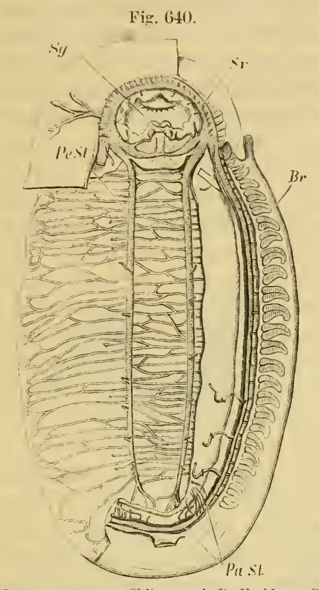


Männchen von *Carinaria mediterranea*, nach Gegenbaur. *P* Fuss, *S* Saugnapf, *O* Mund, *Bm* Buccalmasse, *M* Magen, *Sp* Speicheldrüsen, *L* Leber, *A* After, *CG* Cerebralganglion, *Te* Tentakeln, *Oc* Augen, *Ot* Gehörblasen, *BG* Buccalganglion, *Pg* Pedalganglion, *Mg* Mantelganglion, *N* Niere, *Br* Kiemen, *At* Atrium, *Ve* Ventrikel, *Ar* Körperarterie, *Z* hinterer Ast derselben, *T* Hoden, *Vd* deferens, *Wp* Wimperrinne, *Pe* Penis, *F* Flagellum mit Drüse.

eine spiralige Drehung, durch welche die seitliche Symmetrie schon äusserlich eine merkliche Störung erfährt, kann aber auch eine abgeflachte oder cylindrische Form mit äusserer Symmetrie besitzen. In der Classe der *Gastropoden* entspringen am Kopfe Fühler und Mundlappen, der bauchständige Fuss entwickelt sich in der Regel zu einer umfangreichen Sohle, seltener zu einem sagittal gestellten Segel (*Heteropoden,* Fig. 639). Das den Eingeweidesack umschliessende Gehäuse erscheint in dieser Hauptgruppe einfach tellerförmig oder thurmförmig spiralig gewunden, selten bleibt dasselbe als ein flaches Schalenrudiment unter der Rückenhaut verborgen. In einer Classe der kopftragenden Mollusken, bei den *Cephalopoden,* heftet sich am Kopfe in der Umgebung der Mundöffnung ein Kreis von Armen an, welche sowohl zur Schwimm- und Kriechbewegung, als zum Ergreifen der Nahrung verwendet werden. Dieselben werden am besten mit R. Leuckart als besondere An-

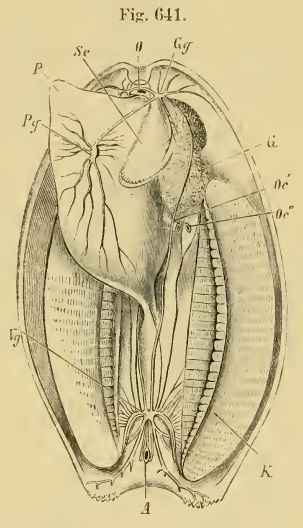
hänge des Kopfes zu betrachten sein. Ein trichterförmig durchbrochener Zapfen, welcher die Auswurfsstoffe und das Athemwasser aus der geräumigen Mantelhöhle ausspritzt und dabei zugleich zum Schwimmen dient, entspricht wahrscheinlich den verwachsenen Falten des Epipodiums. In einer anderen Classe tritt der Kopf nicht als selbstständiger Abschnitt hervor *(Acephalen, Lamellibranchiaten)*, und der seitlich comprimirte Leib trägt zwei grosse seitliche Mantellappen, welche eben so viele, auf der Rückenfläche mittelst eines Schlossbandes vereinigte Schalenklappen absondern.

Fig. 640.



Nervensystem von *Chiton*, nach B. Haller. *Sr* Schlundring, *Sg* Sublingualganglion, *Pe St* Pedalstrang, *Pa St* Pallialstrang, *Br* Kiemen.

Fig. 641.



Nervensystem der Teichmuschel *(Anodonta)*, nach Keber. *O* Mund, *A* After, *K* Kiemen, *P* Fuss, *Se* Mundlappen (Segel), *Gg* Gehirnganglion, *Pg* Pedalganglion, *Vg* Eingeweideganglion, *G* Genitaldrüse, *Oe'* Mündung der Genitaldrüse, *Oe''* Oeffnung der Niere.

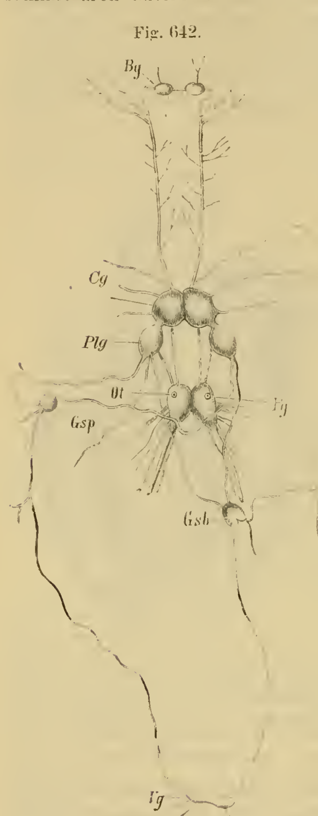
Eben so mannigfach wie die äussere Gestalt und der Körperbau wechselt die innere Organisation der Mollusken. Wie die äussere Form, so erleidet auch der innere Bau häufig auffallende Störungen der bilateral symmetrischen Anordnung.

Am *Nervensystem* [1]) (Fig. 640, 641 und 662) unterscheidet man allgemein ein oberes, auf dem Schlunde liegendes (nur ausnahmsweise in einen Ganglienbelag der Commissur aufgelöstes) Doppelganglion als *Gehirn* oder *Cerebralganglion* mit den Sinnesnerven und einem aus mehrfachen Fasersträngen gebildeten Schlundring, von welchem ursprünglich zwei Paare von

[1]) H. v. Ihering, Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.

Nervensträngen ausgehen. Das obere seitliche Paar sind die Pallialstränge, deren Zweig die Seitentheile des Leibes und den Mantel versorgen, das untere, mehr medial gelegene Paar die Pedalstränge, welche, durch Quercommissuren untereinander verbunden, die Muskeln des Fusses innerviren.

Fig. 642.



Nervensystem von *Cassidaria*, nach B. Haller. *Cg* Cerebralganglion, *Pg* Pedalganglion, *Plg* Pleuralganglion, *Bg* Buccalganglion, *Gsp* Supraintestinalganglion, *Gsb* Subintestinalganglion, *Vg* Visceralganglion, *Ot* Otolithenblase.

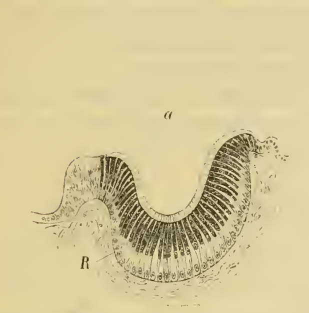
Dieses einfache Verhalten des Nervensystems ist bei den *Chitonen* und *Solenogastres* nachgewiesen *(Amphineura)*. Auf einer vorgeschrittenen Stufe finden sich besondere *Pedalganglien*, welche mit dem Gehirn durch Commissuren in Verbindung stehen. Dazu kommt als eine dritte Ganglienruppe die der *Visceralganglien*, deren Verhalten sich von der Verschmelzung mit dem Gehirn und den Pedalganglien bis zur Auflösung in mehrere Ganglienruppen überaus mannigfach gestaltet. Dieselben sind gleichfalls mit dem Gehirn durch eine längere oder kürzere Commissur, und zwar zumeist mittelst besonderer Ganglien *(Pleuralganglien)* verbunden und entsenden Nervengeflechte an Herz, Kiemen und Geschlechtsorgane. Man betrachtete daher dies dritte Ganglienpaar als Aequivalent des *Sympathicus*, jedoch wohl mit Unrecht, da von demselben auch Nerven zur Haut und Muskulatur entsendet werden. Kleine, über und unter der Mundmasse gelagerte Ganglien *(Buccalganglien)*, welche Nerven zum Schlunde und Darm entsenden, dürften mit grösserem Rechte als Sympathicus zu betrachten sein.

Tast- und *Hautsinnesorgane* (Geruchsorgane) sind weit verbreitet. Erstere treten bei den *Gastropoden* in der Umgebung des Mundes als zwei oder vier Lappen, die sog. Segel oder Mundlappen auf, wozu bei den *Acephalen* nicht selten Tentakeln am Mantelrande, bei jenen oft zwei oder vier einziehbare Fühlhörner am Kopfe hinzukommen. *Augen* sind nicht minder verbreitet und liegen in der Regel paarig am Kopfe, selten wie bei einigen *Lamellibranchiaten* in grosser Zahl am Mantelrande. Nur selten sind es wie bei *Patella* einfache, der Linse entbehrende Napfaugen (Fig. 643 *a*). In der Regel ist eine Linse

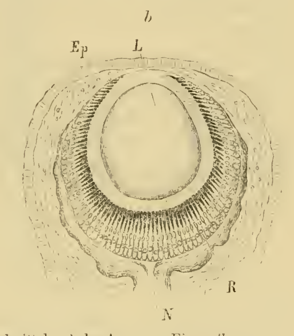
oberhalb der Retina vorhanden (Fig. 643 *b*). Bei den *Heteropoden* und *Cephalopoden* ist der Bau des Auges complicirter und nähert sich dem des Vertebratenauges. Auch *Gehörorgane* finden sich, und zwar als geschlossene Gehörblasen mit Flimmerzellen an der Innenwand, meist in doppelter Zahl dem Fussganglion oder dem Gehirne angelagert, vom letzteren aus jedoch stets innervirt.

Am Darme treten mindestens die drei als Oesophagus, Magendarm und Enddarm unterschiedenen Abtheilungen als deutlich begrenzte Abschnitte auf, von denen sich der verdauende Magendarm meist durch den Besitz einer sehr umfangreichen *Leber* auszeichnet. In der Mundhöhle findet sich eine Reibplatte, *Radula (Odontophoren)*, welche nur den *Lamellibranchiaten* fehlt. Der After liegt bei den unsymmetrisch gestalteten Formen aus der Mittellinie herausgerückt an einer Körperseite. Nieren sind stets vorhanden und häufig paarig symmetrisch in beiden Körperhälften, oft aber auch an einer

Fig. 643.



Schnitt durch das linsenlose Napfauge von *Patella*, nach Carrière. *R* Retina.



Schnitt durch das Auge von *Fissurella graeca*, nach Fraisse. *Ep* Epidermis, *L* Linse, *R* Retina, *N* Nerv.

Seite verkümmert *(Patella, Haliotis)*, beziehungsweise ganz hinweggefallen *(Gastropoden)*. Es sind in der Regel Säcke, deren Lumen durch eine bewimperte, trichterförmige Oeffnung mit der Leibeshöhle (Pericardialraum) communicirt und in einer seitlichen Oeffnung nach aussen mündet, woraus die Homologie der Molluskenniere mit einem Segmentalorgane der Anneliden wahrscheinlich wird.

Ueberall findet sich dorsalwärts vom Darm ein gedrungenes *Herz*, von dem aus das Blut in Gefässen nach den Organen hinströmt. Vollkommen geschlossen möchte das Gefässsystem in keinem Falle sein, indem sich auch da, wo Arterien und Venen durch Capillaren verbunden sind *(Cephalopoden)*, Blutlacunen in den Gefässverlauf einschieben. Das Herz ist stets ein *arterielles* und nimmt das aus den Athmungsorganen austretende, arteriell gewordene Blut auf. Dasselbe wird von einem *Herzbeutel* umschlossen, mit dessen Lumen die Niere durch ihren *Wimpertrichter* communicirt.

Ueberall dient die gesammte äussere Fläche zur Respiration, daneben aber sind besondere *Athmungsorgane* als *Kiemen*, seltener als *Lungen* vor-

40*

handen. Die Kiemen treten als bewimperte Ausstülpungen der Körperfläche, in der Regel zwischen Mantel und Fuss in der Mantelhöhle (die so zur Kiemenhöhle wird) auf, bald in Form verästelter und verzweigter Anhänge, bald als breite Lamellen *(Lamellibranchiaten)*. Als Lunge wird der mit Luft gefüllte Mantelraum verwendet, dessen Innenfläche durch complicirte Faltenbildungen eine grosse Oberfläche für die respirirenden Blutgefässe darbietet. Somit sind Lungen- und Kiemenhöhle morphologisch dasselbe.

Die *Fortpflanzung* erfolgt durchweg auf geschlechtlichem Wege. Die Mollusken sind entweder hermaphroditisch oder, wie zahlreiche marine *Gastropoden*, die meisten *Lamellibranchiaten* und alle *Cephalopoden*, getrennt geschlechtlich. Die Entwicklung des Embryos erfolgt meist nach totaler Dotterfurchung durch eine die hintere Partie des Dotters oder den gesammten Dotter umfassende Keimanlage. Die neugeborenen Jungen durchlaufen oft eine Metamorphose und besitzen eine vordere, von Wimpern umsäumte Hautausbreitung *(Velum)*, welche als Bewegungsorgan fungirt (*Veliger*larve). Nach Form, Wimperbekleidung und Organisation zeigen die Molluskenlarven mit der Lovén'schen Wurmlarve grosse Uebereinstimmung.

Bei der ungemeinen Verbreitung der Mollusken in der Vorzeit ist die hohe Bedeutung ihrer petrificirten Reste für die Bestimmung des Alters der sedimentären Gebirgsformationen begreiflich *(Leitmuscheln)*.

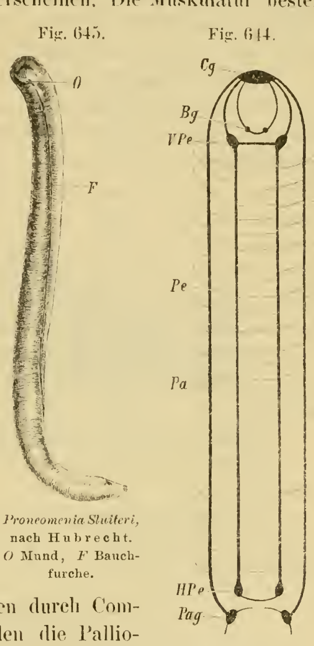
I. Classe. Solenogastres. [1]

Seitlich-symmetrische Mollusken von wurmförmiger Gestalt mit wimpernder Bauchfurche, ohne Mantel und Schale, mit von Kalkspiculis besetzter Haut, mit Radula, meist hermaphroditisch.

Diese nur durch wenige Gattungen repräsentirte, von Ihering mit den *Placophoren* als *Amphineuren* zusammengefasste und den Würmern eingeordnete, von Gegenbaur als *Solenogastres* gleichfalls zu jenen gestellte Thiergruppe wird am besten den Mollusken eingereiht werden, da ihre nahen Beziehungen zu den Chitonen kaum bezweifelt werden können. Allerdings erscheinen die Charaktere des Molluskentypus mit nur wenigen Ausnahmen (wie Radula) zumeist nicht ausgeprägt, indem sowohl ein deutlicher Fuss und Mantel als eine Schale fehlen, Eigenthümlichkeiten, welche neben anderen die Stellung der Solenogastres als phylogenetisch sehr ursprünglicher Formen begründen. Man betrachtet jetzt meist die *Amphineuren* als I. Molluskenclasse.

[1]) Vergl. ausser Korén und Danielssen, A. Kowalevsky besonders T. Tullberg, Neomenia a new genus of invertebrate animals. Svenska vet. Akad. Handl., Bd. 3, 1875. L. Graff, Anatomie des Chaetoderma nitidulum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXVI, 1876. Derselbe, Neomenia und Chaetoderma. Ebendaselbst, Bd. XXVIII, 1877. G. A. Hansen, Anatom. Beskrivelse af Chaetoderma nitidulum. Nyt. magaz. for naturvidenskab., Bd. XXII, 1877. A. A. W. Hubrecht, Proneomenia Sluiteri. Niederl. Archiv für Zool., Supplementband I, 1881.

Der Körper der Solenogastres ist seitlich symmetrisch, von cylindrischer Form und an der Bauchseite mit einer wimpernden, reich mit Drüsen ausgestatteten Furche versehen, welche eine gleichfalls bewimperte Falte einschliesst, die als Fuss gedeutet wird (Fig. 645). Mit Ausnahme dieser Furche ist die Körperoberfläche von Kalkstacheln bekleidet, welche in eine cuticulare Ausscheidung aufgenommen erscheinen. Die Muskulatur besteht hauptsächlich aus einer äusseren Ring- und inneren Längsmuskelschicht: letztere zeigt an der Bauchseite zu Seiten der Wimperfurche eine geringe Verdickung.



Proneomenia Sluiteri, nach Hubrecht. *O* Mund, *F* Bauchfurche.

Schematische Darstellung des Nervensystems von *Proneomenia Sluiteri*, nach Hubrecht. *Cg* Cerebralganglion, *Bg* Sublingualganglion, *Pe* Pedalstrang, *VPe* vordere, *HPe* hintere Ganglienschwellung desselben (Pedalganglion), *Pa* Pallialstrang, *Pag* hintere Ganglienanschwellung desselben (Visceralganglion).

Das Nervensystem gleicht dem der Chitonen. Bei *Proneomenia* (Fig. 644) besteht dasselbe aus dem Cerebralganglion, von dem eine Sublingualcommissur mit zwei Sublingualganglien, eine Pedal- und eine Pallialcommissur ausgehen. Von beiden letztgenannten führt die erste zu zwei im ganzen Verlaufe mit Ganglien belegten Nervensträngen, mit vorderer und hinterer Ganglienanschwellung, die letztere zu gleichfalls mit continuirlichem Ganglienbelag versehenen Pallialsträngen, welche hinten zu Ganglien anschwellen und durch eine Commissur über dem Enddarm in Verbindung stehen. Die Pedalstränge sind sowohl untereinander als mit den Pallialsträngen durch Commissuren verbunden. Bei *Neomenia* fehlen die Pallio-Pedalcommissuren, bei *Chaetoderma* sollen sämmtliche Quercommissuren der Pedal- und Pallialstränge fehlen. Als Sinnesorgan wird von Hubrecht eine mit Nerven reich ausgestattete, kleine, dorsal gelegene Grube am hinteren Körperende aufgefasst.

Die am vorderen Körperende gelegene Mundöffnung führt in einen geradgestreckten Darm, welcher in einen Pharynx, Mitteldarm und Enddarm zerfällt.

In den Pharynx münden ein Radulasack mit kleiner Radula, sowie ein Paar Speicheldrüsen ein. Bei *Neomenia* fehlen letztere sowohl als die Radula. Am Darm von *Chaetoderma* findet sich ein weiter, als Leber betrachteter Blindsack. Von besonderen Drüsen sind zwei in die Analhöhle mündende Blindschläuche zu betrachten, deren Fadensecret ihre Deutung als Byssusdrüse veranlasste (Hubrecht).

Die Kreislaufsorgane bestehen aus dem sackförmigen, über dem Enddarme in einem Herzbeutel eingeschlossenen Herzen, wahrscheinlich mit zwei Vorhöfen, sowie einem dorsalen Blutgefäss und einem ventralen, dorsalwärts durch ein Querseptum begrenzten Blutsinus. Im Uebrigen circulirt das Blut in den Lücken zwischen den Organen. Besondere Respirationsorgane fehlen *(Proneomenia)* oder sind in Form einer büschelförmigen *(Neomenia)* oder paariger retractiler Kiemen *(Chaetoderma)*, welche in der Kloake (reducirter Mantelhöhle) liegen, vorhanden.

Die Solenogastres sind meist hermaphroditisch: nur bei *Chaetoderma* herrscht getrenntes Geschlecht. Der Urogenitalapparat besteht aus der dorsal vom Darmcanal gelagerten Genitaldrüse, deren Producte durch zwei Gänge zunächst in den Pericardialraum (reducirte secundäre Leibeshöhle) gelangen und von hier durch paarige, complicirt verlaufende Canäle nach aussen befördert werden, welche in der Regel mittelst eines gemeinschaftlichen Endstückes mit dem Darm in die Kloake münden. Bei *Neomenia* soll das Sperma durch besondere, mit Penis versehene Vasa deferentia ausgeführt werden. Der letzte Abschnitt der Ausführungscanäle dürfte mit Recht als Niere aufzufassen sein. Somit weist der Urogenitalapparat in der directen Communication der Genitaldrüse mit der Leibeshöhle (Pericardialraum) und in der Ausfuhr der Genitalproducte durch die Niere ursprüngliche Verhältnisse auf.

Ueber die Entwicklung ist bis jetzt nichts bekannt geworden.

Die Solenogastres sind meist kleinere Thiere und leben durchweg im Meere.

Fam. *Neomeniidae.* Mit den Charakteren der Classe. *Proneomenia Sluiteri* Hubr., von bis gegen 15 Centimeter Länge. Haut mit mehrfachen Lagen von Spiculis. Ohne Kiemen. *Neomenia carinata* Tullbg., Schweden. Radula fehlt. *Chaetoderma nitidulum* Lovén, Schweden.

II. Classe. **Lamellibranchiata**[1], **Muschelthiere.**

Seitlich-symmetrische, lateral comprimirte Weichthiere ohne gesonderten Kopf, mit zweilappigem Mantel und rechter und linker, durch ein rückenständiges Ligament verbundener Schalenklappe, mit umfangreichen Kiemenblättern, meist getrennten Geschlechtes.

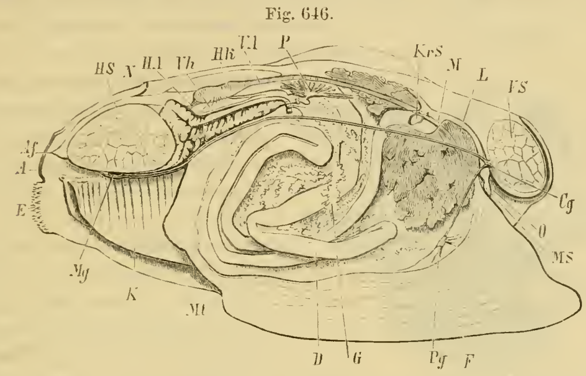
Die Lamellibranchiaten wurden früher mit den Brachiopoden als Muschelthiere oder Conchiferen zusammengestellt. Wie diese entbehren sie

[1]) Poli, Testacea utriusque Siciliae 1791—1795. Bojanus, Ueber die Athem- und Kreislaufswerkzeuge der zweischaligen Muscheln. Isis, 1817, 1820, 1827. S. Lovén, Archiv für Naturgesch., 1849. L. Reeve, Conchologia iconica. London 1846—1858. Lacaze-Duthiers, Ann. des sc. nat., 1854—1861. H. und A. Adams, The genera of the recent Mollusca. London 1853—1858. C. Langer, Das Gefässsystem der Teichmuschel. Denkschr. der Akad. Wien 1855—1856. C. Grobben, Die Pericardialdrüse der Lamellibranchiaten. Arbeit. d. zoolog. Inst. zu Wien. Bd. VII, 1888. P. Pelseneer, Contribution à l'étude des Lamellibranches. Archiv de Biologie. XI, 1891. Ferner vergl. die Arbeiten von Garner, Keber u. A.

eines abgesetzten Kopfabschnittes und besitzen einen umfangreichen, meist in zwei Lappen getheilten Mantel, sowie eine zweiklappige Schale. Indessen sind die Abweichungen beider Thiergruppen sowohl in der morphologischen Gestaltung als in der inneren Organisation so wesentlich, dass ein näherer Verband derselben unmöglich aufrecht erhalten werden kann.

Der meist streng symmetrische Körper erscheint bei bedeutender Streckung seitlich comprimirt und von zwei seitlichen Mantellappen umlagert, welche eine rechte und linke Schalenklappe absondern. Zu den Seiten der Mundöffnung finden sich zwei Paare blatt- oder tentakelförmiger Mundsegel. An der Bauchfläche erhebt sich ein umfangreicher, meist beilförmiger Fuss, und in der Mantelfurche zwischen Mantel und Fuss treten zwei Paare (selten ein Paar) grosser Kiemenblätter auf, welche jederseits einer Kieme angehören (Fig. 646).

Fig. 646.

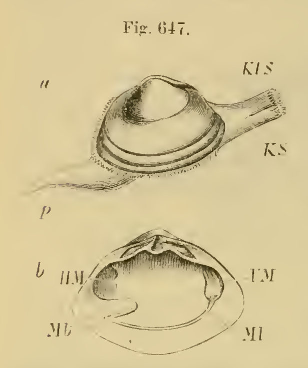


Anatomie der Malermuschel (*Unio pictorum*), nach C. Grobben. *VS* Vorderer Schalenschliesser, *HS* hinterer Schalenschliesser, *MS* Mundsegel, *F* Fuss, *Mt* Mantel, *K* Kiemen, *Cg* Cerebralganglion, *Pg* Pedalganglion, *Mg* Mantelganglion, *O* Mund, *M* Magen, *L* Leber, *KrS* Krystallstiel, *D* Darm, *Af* After, *G* Geschlechtsorgane, *A* Ausschnitt des Mantellappens zum Auswurf, *E* zur Einfuhr, *N* Niere, *Vh* Vorhof, *Hk* Herzkammer, *VA* vordere Aorta, *HA* hintere Aorta, *P* Pericardialdrüse (schematisch).

Die beiden Mantellappen zeigen fast überall an ihrem hinteren Ende zwei aufeinanderfolgende Ausschnitte, welche, von Papillen oder Fädchen umsäumt, beim Zusammenlegen der Ränder beider Mantellappen zwei hinter einander folgende spaltförmige Oeffnungen bilden. Die obere (dorsale) fungirt als Kloakenöffnung, die untere als Einfuhrsöffnung, durch welche das Wasser unter dem Einflusse eigenthümlicher Wimpereinrichtungen der inneren Mantelfläche und der Kiemen bei etwas klaffender Schale in den Mantel- und Athemraum gelangt. Mit dem Wasser werden auch die Nahrungsstoffe nach den Mundsegeln zur Mundöffnung geleitet. Nicht überall aber bleiben die Randsäume beider Mantellappen in ihrer ganzen Länge frei, häufig beginnt vom hinteren Ende aus eine Verwachsung, welche allmälig in immer grösserer Ausdehnung nach vorne vorschreitet. Durch diese Verwachsung sondert sich zunächst eine den Kloaken- und Athemschlitz in sich fassende hintere Oeff-

nung von dem nach vorne geöffneten Mantelschlitz, und kommen überdies Kloaken- und Athemöffnung durch eine Querbrücke zur Sonderung. Oft verkürzt sich auch der lange vordere Mantelschlitz, *Fussschlitz,* in Folge fortschreitender Verwachsung der Mantelränder allmälig so sehr, dass der in diesem Falle auch verkümmerte Fuss kaum mehr vortreten kann. Dann nähert sich die Mantelbildung einer sackartigen Umhüllung mit zwei frei gebliebenen Oeffnungen. Je weiter sich nun der Mantel nach vorne zu schliesst, umsomehr schreitet die Verlängerung der hinteren Mantelgegend um Kloaken- und Athemöffnung vor, so dass zwei contractile Röhren, *Siphonen,* gebildet werden (Fig. 647 *a*). Diese können einen solchen Umfang erreichen, dass sie überhaupt nicht mehr zwischen die am Hinterrande klaffenden Schalen zurückgezogen werden. Oft verwachsen auch beide Siphonen mit einander, wobei jedoch die beiden Canäle mit ihren von Tentakeln umstellten Oeffnungen von einander getrennt bleiben. Im Extrem gleichen die enorm vergrösserten Siphonen mit dem gestreckten, in Folge Verkümmerung der Schale unbedeckten Hinterkörper einem Wurme, an welchem das Schalenrudiment kopfähnlich aufliegt *(Teredo,* Schiffsbohrwurm, Fig. 654 *b*).

Fig. 647.



a Mactra elliptica. Thier mit Schale. *Kls* Kloakensipho, *KS* Kiemensipho, *P* Fuss. — *b* Linke Schalenklappe von *M. solida.* *VM* vorderer Schliessmuskeleindruck. *HM* hinterer Schliessmuskeleindruck. *Ml* Mantellinie, *Mb* Mantelbucht.

Mantel und Haut bestehen aus einem von Muskelfasern reich durchsetzten Bindegewebe, welches eine zellige schleimige Oberhaut bedeckt. Dieselbe wird auf der äusseren Fläche aus Cylinderzellen, auf der Innenfläche des Mantels dagegen aus einem Flimmerepithelium gebildet (Fig. 649). Pigmente treten vornehmlich an dem häufig gefalteten oder auch Papillen und Tentakeln tragenden Mantelsaum auf.

An seiner Oberfläche sondert der Mantel eine feste Kalkschale ab, welche den beiden Mantellappen entsprechend in zwei seitliche, am Rücken verbundene Klappen zerfällt. Nur selten sind dieselben vollkommen gleich, indessen nennt man nur diejenigen Schalen ungleichklappig, welche sich auffallend asymmetrisch und ihrer Lage nach als obere und untere erweisen. Die untere, häufig aufgewachsene Schale ist die grössere und tiefer gewölbte, die obere erscheint kleiner, flacher und liegt deckelartig auf. Meist schliessen die Schalenränder fest aneinander, doch können sie auch an verschiedenen Stellen zum Durchtritt des Fusses, des Byssus, der Siphonen mehr oder minder weit klaffen. Das letztere gilt insbesondere für diejenigen Muschelthiere, welche sich in Sand, in Holz oder in festes Gestein einbohren. Im Extrem kann sich die Schale durch eine weite vordere Ausrandung und

ausgedehnte Abstutzung ihrer hinteren Partie bis auf ein reifförmiges Rudiment reduciren *(Teredo)*, während sich an ihr Hinterende eine für die Schale eintretende Kalkröhre anschliesst, welche auch mit dem Schalenrudimente innig verwachsen und dasselbe ganz in sich aufnehmen kann *(Aspergillum,* Fig. 655).

Die Verbindung beider Schalen erfolgt an der Rückenfläche durch ein äusseres oder (verdecktes) inneres Ligament, welches die Klappen zu öffnen bestrebt ist. Daneben betheiligt sich auch der obere Rand durch ineinandergreifende Zähne beider Schalenhälften an der festen Verbindung der letzteren und bildet das sog. Schloss *(cardo)*.[1] Man unterscheidet demnach den Schlossrand mit dem Ligamente von dem freien Rande der Schale, welcher in einen vorderen, unteren und hinteren oder Siphonalrand zerfällt. Vorderrand und Hinterrand bestimmen sich im Allgemeinen leicht nach der Lage des Schlossbandes zu den zwei Wirbeln oder Buckeln *(umbones, nates)*, welche als zwei hervorragende Höcker über dem Rückenrande den Ausgangspunkt für das Wachsthum der beiden Schalenklappen bezeichnen und den Scheitel *(apex)* derselben bilden. Der meist oblonge Umkreis des Ligamentes, das Höfchen *(area)*, findet sich hinter dem Scheitel und nimmt die obere hintere Seite der Schale ein. Andererseits liegt an der meist kürzeren Vorderseite wenigstens bei den Gleichklappigen ein vertiefter Ausschnitt, das Mondchen *(lunula)*.

Fig. 648.

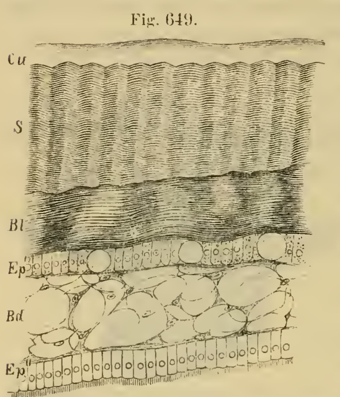
Avicula semisagitta, die Klappen über einander verschoben. *M* Muskeleindruck.

Während die äussere Oberfläche der Schale mannigfache Sculpturverhältnisse zeigt, ist die Innenfläche glatt und perlmutterglänzend. Bei näherer Betrachtung finden sich aber auch an der Innenfläche Eindrücke und Vertiefungen. Dem Unterrande ziemlich parallel verläuft ein schmaler Streifen, die sog. *Mantellinie*, welche entsprechend der Athemröhre eine vorwärts einspringende Bucht, die *Mantelbucht,* erzeugt (Fig. 647 *b*). Sodann finden sich meist die Eindrücke eines vorderen und hinteren Schliessmuskels, welche den Leib des Thieres quer von der einen zur anderen Seite durchsetzen und sich an der Innenfläche der Schale befestigen. Während bei den gleichklappigen Muscheln *(Orthoconchen)* beide Eindrücke meist an Grösse gleichkommen, verkümmert der vordere Schalenschliesser bei den ungleichklappigen *(Pleuroconchen)* bis zum vollständigen Schwunde, und rückt dann der hintere, nun umso umfangreichere Muskel (Fig. 648) weiter nach vorne

[1]) Vergl. über die Beziehung des Schalenschlosses zur Classification M. Neumayr, Zur Morphologie des Bivalvenschlosses. Sitzungsber. der k. Akad. d. Wiss. Wien 1883.

bis in die Mitte der Schale hinein, daher unterscheidet man *Dimyarier (Homomyarier, Heteromyarier)* und *Monomyarier*. Der chemischen Zusammensetzung nach besteht die Schale aus kohlensaurem Kalk und einer organischen Grundsubstanz *(Conchyolin)*, welche meist eine geschichtete. blättrig lamellöse Textur darbietet. Zu diesen geschichteten Lagen (Perlmutterschicht) kommt noch eine äussere mächtige Kalkschicht, welche, aus grossen. palissadenartig aneinander gereihten Schmelzprismen (Kalksäckchen) zusammengesetzt. der Schmelzsubstanz des Zahnes verglichen werden kann. Endlich folgt an der äusseren Oberfläche der Schale eine hornige Cuticula. die sog. *Epidermis* (Fig. 649). Das Wachsthum der Schale ergibt sich theils als eine Verdickung der Substanz. indem die ganze Oberfläche des Mantels neue. concentrisch geschichtete Lagen absondert. theils als peripherische Grössenzunahme, welche durch schichtenweise angesetzte Neubildungen am freien Mantelrande bedingt wird. Auf die letztere Art entsteht der äussere gefärbte und meist aus senkrechten Prismen zusammengesetzte Schalentheil nebst der hornigen Cuticula. während die concentrisch gefalteten farblosen inneren Perlmutterlagen von der gesammten Manteloberfläche erzeugt werden. Die Mantelsecretion gibt bei den sog. Perlmuscheln *(Meleagrina, Unio margaritifer)* auch zur Bildung der Perlen Veranlassung.

Fig. 649.



Senkrechter Schnitt durch Schale und Mantel von *Anodonta*, nach Leydig. *Cu* Cuticula, *S* Säulenschicht, *Bl* Blätterschicht der Schale, *Ep'* äusseres Mantelepithel, *Bd* Bindegewebssubstanz, *Ep''* inneres Epithel des Mantels.

Der Fuss fehlt nur bei verhältnissmässig wenigen des Ortswechsels verlustig gegangenen Muschelthieren *(Ostrea, Anomia)* vollständig. Bei den einfachsten, der Stammform am nächsten stehenden Formen *(Nucula Solenomyia)* ist der Fuss söhlig gestaltet. Oft sondert der Fuss, und zwar vornehmlich im Jugendzustande *(Unio)*, minder häufig auch beim ausgebildeten Thiere *(Mytilus)* als Secret der *Byssusdrüse* seidenartige Fäden ab, welche zur zeitweiligen Befestigung oder beständigen Anheftung dienen. Häufig wird der Fuss zum Kriechen im Sande benützt und besitzt dann eine beilförmige, abgestumpfte Gestalt. Seltener wird derselbe bei bedeutender Grösse knieförmig und dient dann zum sprungartigen Fortschnellen des Körpers im Wasser *(Cardium)*. Einige Muschelthiere besitzen einen linearen. keulen- oder walzenförmigen Fuss *(Solen, Solenomyia)* und bewegen sich, indem sie den Fuss rasch einziehen und Wasser durch die Siphonen ausspritzen. Viele gebrauchen auch den Fuss zum Eingraben des Körpers im Schlamme, andere bohren sich in Holz *(Teredo)* oder in

festes Gestein (*Pholas, Lithodomus, Saxicava* etc.) ein und benützen dabei den kurzen abgestumpften Fuss zum Anstemmen des Leibes, den festen und oft fein bezähnten Schalenrand unter Drehbewegungen als Reibe *(Pholas, Teredo)*. Nach Hancock freilich soll der Fuss und Mantelrand an der vorderen Oeffnung der klaffenden Schale mit feinen Kieselkrystallen besetzt sein und nach Art einer Feile das Ausbohren des Gesteins bewirken.

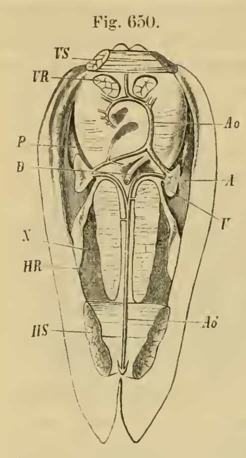
Am Nervensystem unterscheidet man ausser den Gehirn- und Pedalganglien auch Visceralganglien, die mit den ersteren jederseits durch eine längere oder kürzere Commissur verbunden sind (Fig. 646). Da weder ein Kopfabschnitt zur Sonderung gelangt ist, noch Sinnesorgane am vorderen Körpertheile auftreten, erscheint das Gehirn verhältnissmässig wenig entwickelt. Seine Nerven versorgen vorzugsweise die Umgebung des Mundes, aber auch den Mantel, in welchen zwei starke Nervenstämme eintreten. Nicht selten *(Unio)* weichen die beiden Hälften desselben seitlich auseinander und nähern sich dem weit nach vorne gerückten Fussganglion *(Pecten)*, dessen Nerven sich an der Bauchseite des Körpers im Fusse ausbreiten. Das grosse *Eingeweideganglion* (Mantelganglion) liegt dem hinteren Schliessmuskel an und entsendet Nerven theils zu den Kiemen, theils zu den Eingeweiden und zum Mantel, an dessen Rande diese als zwei starke Nerven mit dem vom Gehirn kommenden Nerven oft unter Bildung von Geflechten verschmelzen. Auch gehen ansehnliche Nerven zu den Siphonen ab, an deren Basis sie ein accessorisches Ganglienpaar bilden.

Von Sinnesorganen liegen paarige *Gehörblasen* unterhalb des Schlundes dem Fussganglion an (während ihr Nerv im Gehirn seinen Ursprung nimmt) und zeichnen sich durch die mächtigen Wimperzellen aus, welche die Wandung der Blase auskleiden. *Augen* finden sich theils als Pigmentflecken am Ende der Athemröhre *(Solen, Venus)*, theils auf einer weit höheren Stufe der Ausbildung am Mantelrande von *Arca, Pectunculus, Tellina* und insbesondere von *Pecten, Spondylus*. Bei den letzteren Gattungen sitzen dieselben als gestielte Knöpfchen von smaragdgrünem oder braunrothem Farbenglanze zwischen den Randtentakeln vertheilt und sind inverse Blasenaugen, welche aus einem Augenbulbus mit Cornealinse, Chorioidea, Iris und einer sehr reich entwickelten Retina bestehen. In diese tritt der Nerv von der dem Linsenkörper zugewendeten Seite ein, so dass das Ende der Stäbchenzelle dem Pigmente anliegt. Zur *Tastempfindung* dienen die Mundsegel, sowie die Ränder der Athemöffnungen mit ihren Papillen und Cirren, dann auch zahlreichen Tentakeln am Mantelsaume *(Lima, Pecten)*. Wahrscheinlich sind die im Mantel verbreiteten haartragenden Zellen (Pinselzellen) Sitz eines besonderen Spürsinnes.

Die Verdauungsorgane beginnen mit der zwischen den Mundsegeln gelegenen Mundöffnung (Fig. 646). Dieselbe führt in eine kurze Speiseröhre, in welche durch den Wimperbesatz der Mundsegel kleine, mit dem Wasser in die Mantelhöhle aufgenommene Nahrungskörper eingeleitet werden. Kiefer

und Zunge fehlen stets. Die Speiseröhre erweitert sich in einen kugeligen Magen, an dessen Pylorustheil meist ein verschliessbarer Blindsack anhängt. Oft findet man noch entweder in der eben erwähnten blindsackartigen Ausstülpung des Magens oder im Darmcanale ein stabförmiges durchsichtiges Gebilde *(Krystallstiel)*, welches als ein periodisch sich erneuerndes Ausscheidungsproduct des Darmepithels erscheint. Der Darm erreicht überall eine ansehnliche Länge und erstreckt sich unter mehrfachen Windungen. von Leber und Geschlechtsdrüsen umlagert, in den Fuss hinein, steigt dann hinter dem Magen bis zum Rücken empor und mündet nach Durchsetzung des Herzens, über dem hinteren Schalenschliesser verlaufend, auf einer frei in den Mantelraum hineinragenden Papille am hinteren Leibesende aus (Fig. 651).

Fig. 650.



Thier von *Arca Noae*, Dorsalansicht, nach C. Grobben. Die hier doppelten Pericardialräume *(P)* sind eröffnet, der Enddarm bis auf das Anfangsstück *D)* abpräparirt. *VS* vorderer Schalenschliesser, *HS* hinterer Schalenschliesser, *VR* vorderer Retractor des Fusses, *HR* hinterer Retractor, *V* Herzkammer, *A* Vorhof, *Ao* vordere, *Ao'* hintere Aorta. *N* Niere.

Das von einem Pericardium umschlossene Herz liegt in der Mittellinie des Rückens etwas vor dem hinteren Schliessmuskel und wird von dem Darmcanal durchbohrt. Das Blut tritt durch zwei seitliche Vorhöfe in das Herz ein. Bemerkenswerth ist die Duplicität des Herzens bei *Arca*, deren paarige Aorten aber zu einem unpaaren Gefässe zusammentreten (Fig. 650). Die Verästelungen der vorderen und hinteren Aorta führen das Blut in ein complicirtes System von Lacunen im Mantel und in den Zwischenräumen der Eingeweide. Dieses vertritt sowohl die Capillargefässe als die feineren Venennetze. Von venösen Bluträumen sind ein mittlerer unpaarer Sinus, in welchen das Lacunensystem des Fusses einführt, und zwei seitliche Sinus an der Basis der Kiemen hervorzuheben. Von jenen strömt das Blut theilweise direct, der Hauptmasse nach jedoch durch ein Netz von Canälen in der Wandung der Nieren oder Bojanus'schen Organe, wie durch eine Art Pfortaderkreislauf in die Kiemen ein, um von da als arterielles Blut in die Vorhöfe des Herzens zurückzukehren. Ein Zutritt von Wasser zum Blute durch besondere Oeffnungen am Fusse findet nicht statt; die Schwellnetze des Fusses sind Blutlacunen.

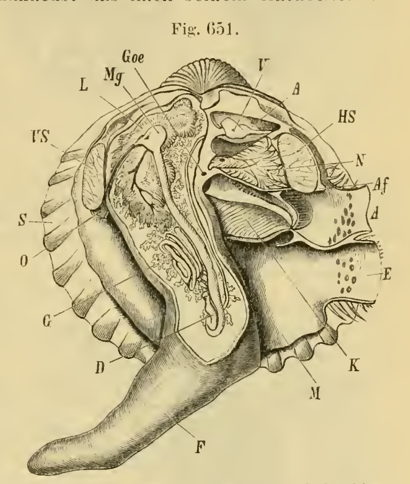
Einer grossen Zahl von Lamellibranchiaten kommt eine aus dem Pericardialepithel hervorgegangene sog. Pericardialdrüse zu; dieselbe tritt entweder in Form drüsiger Anhänge am Vorhofe auf (z. B. *Mytilus, Pecten*), oder stellt eine im Mantel gelegene, aus zahlreichen Blindsäcken zusammengesetzte Drüse vor, welche vorne in den Pericardialraum einmündet *(Unio)*.

In der Regel finden sich zwei Paare von Kiemenblättern, welche hinter den Mundlappen entspringen und längs der Seiten des Rumpfes nach hinten

verlaufen. Die Gestalt der Kiemen ist überaus verschieden, und hat man auf dieselbe in neuerer Zeit die Eintheilung begründen wollen (Pelseneer). Im einfachsten Falle sind dieselben kammförmig oder fadenförmig. Durch Verwachsung der Fadenreihen bei verbleibenden Zwischenräumen entstehen die Blattkiemen. Auf ihrer Oberfläche tragen die Kiemenblätter ebenso wie ihre interlamellären Wasserräume zum Unterhalten einer continuirlichen Wasserströmung Wimperhaare. Gewöhnlich ist die äussere, dem Mantel anliegende Kieme beträchtlich kleiner. Zuweilen verwachsen auch die beiderseitigen Kiemen von hinten her längs der Medianlinie mit einander.

Von *Excretionsorganen* ist zunächst das nach seinem Entdecker benannte Bojanus'sche Organ hervorzuheben, ein paariger, länglich-ovaler, gefalteter Drüsenschlauch, dessen Höhlung mit dem Herzbeutel communicirt (Fig. 646). Die Substanz dieser als *Niere* fungirenden Drüse ist ein gelblich oder bräunlich gefärbtes schwammiges Gewebe, welches mit einem wimpernden Zellenbelag überkleidet ist, aus welchem kalk- und harnsäurehaltige Concremente (sowie *Guanin*) abgeschieden werden. Der einfacher gestaltete Endabschnitt (Vorhöhle) nimmt häufig die Leitungswege des Geschlechtsapparates auf, oder es münden beiderlei Organe jederseits auf gemeinsamer Papille. Bei den mit Mantelbucht versehenen *Siphoniaten* dagegen sind fast ausnahmslos Nieren- und Geschlechtsöffnungen getrennt.

Fig. 651.



Anatomie von *Cardium tuberculatum*, nach C. Grobben. *S* rechte Schalenklappe, *M* rechter Mantellappen, *E* Einströmungssipho, *A* Ausströmungssipho, *F* der Springfuss. *VS* vorderer, *HS* hinterer Schalenschliesser, *O* Mund. *Mg* Magen, *D* Darm, *L* Leber, *Af* After, *V* Herzkammer. *A* Vorhof des Herzens, *N* Niere (Bojanus'sches Organ), *K* Kieme der rechten Seite, *G* Genitalorgan, *Goe* Geschlechtsöffnung.

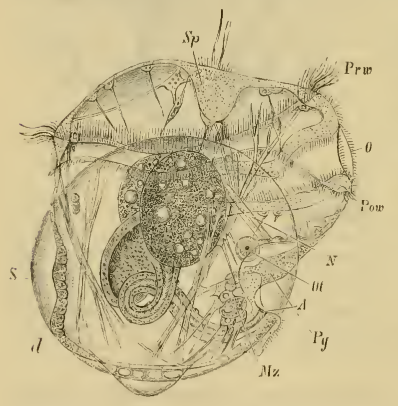
Die Lamellibranchiaten sind meist getrennten Geschlechtes. Beiderlei Geschlechtsdrüsen liegen zwischen den Eingeweiden und sind vielfach gelappte oder traubige Schläuche, welche neben der Leber aufsteigen und, die Windungen des Darmes umlagernd, in die Basis des Fusses eintreten. Hoden und Ovarium sind gewöhnlich schon dem unbewaffneten Auge an ihrer Färbung kenntlich, indem dieses in Folge der Dotterfärbung roth, das Sperma dagegen milchweiss bis gelblich erscheint. Die Ausführungsöffnungen liegen rechts und links nahe der Basis des Fusses. Aehnlich verhalten sich in Form, Lage und Ausmündung die Zwitterdrüsen, deren samen- und eierbereitende Follikel entweder räumlich gesondert sind und dann bald in

getrennten Mündungen *(Pandora)*, bald in einer gemeinsamen Genitalöffnung *(Pecten, Clavagella, Cyclas)* nach aussen führen, oder dieselben Follikel fungiren abwechselnd bald als Hoden, bald als Ovarien *(Ostrea, Cardium norvegicum)*. Uebrigens kommen auch unter den Flussmuscheln hermaphroditische Individuen sowohl bei *Unio* als bei *Anodonta* vor. Bei den getrennt

Fig. 652.



Entwicklungsstadien der *Teredo*-Larve, nach B. Hatschek. *a* Optischer Medianschnitt eines Embryos mit zwei Mesodermzellen *(Ms)* und zwei Entodermzellen *(En)*. *Ec* Ectodermzellen. — *b* Bewimperter Embryo mit Mund *(O)*, Magen, Darm und Schalendrüse *(Sdr)*, *S* Schale. — *c* Späteres Stadium. *Sp* Scheitelplatte, *A* Analeinstülpung.



d Teredo-Larve. *O* Mund, *A* After, *Prw* präoraler Wimperkranz, *Pow* postoraler Wimperkranz, *N* Kopfniere, *Ot* Otolithenblase, *Pg* Pedalganglion, *Mz* Mesodermzellen.

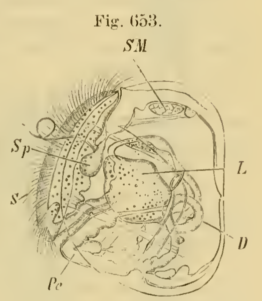
geschlechtlichen Formen können männliche und weibliche Thiere, wie dies für süsswasserbewohnende *Unioniden* gilt, eine verschieden geformte Schale besitzen, indem sich die Weibchen, deren äussere Kiemenfächer zur Aufnahme der Eier verwendet werden, durch gewölbtere Schalen auszeichnen. Die Befruchtung kommt wahrscheinlich in der Regel im Mantel- oder Kiemenraum des mütterlichen Körpers zu Stande.

Nur wenige Lamellibranchiaten sind lebendig gebärend. Indessen bleiben die befruchteten Eier meist eine Zeit lang zwischen den Schalen oder gelangen in die Kiemenblätter, wo sie unter dem Schutze des Mutterleibes die Embryonalentwicklung durchlaufen. Besonders tritt die Brutpflege bei den Süsswasserbewohnern hervor; bei den *Unioniden* gelangen die Eier in den grossen Längscanal der äusseren Kiemenblätter und vertheilen sich von da in die Fächer derselben, welche mächtig erweitert werden. Die Eier mit den Embryonen werden dann als schollenförmige Massen oder gar als zusammenhängende Schnur durch den grossen Längscanal entleert.

Die Bildung[1]) des Embryos wird durch eine inäquale Dotterfurchung eingeleitet. Die Furchungszellen ordnen sich zu einer Keimblase, an welcher durch Einstülpung *(Unio)* oder durch Umwachsung *(Teredo)* der Urdarm angelegt wird, während von zwei frühzeitig gesonderten, symmetrisch gelagerten Zellen die Entstehung des Mesoderms ausgeht (Fig. 652). Am Embryonalkörper, welcher theilweise mit Wimperhaaren bekleidet ist, bildet sich durch Einstülpung von Ectoderm bauchwärts der Oesophagus, sowie auf der Rückenseite die Schalenanlage (Schalendrüse). Bald tritt der frühzeitig angelegte präorale Wimperkranz als Wimpersegel hervor, zu welchem hinter dem Munde ein postoraler hinzukommt. Am vorderen Körperpole bildet sich die Scheitelplatte (Anlage des oberen Schlundganglions), am Hinterende des Körpers der Enddarm aus, welcher mit dem unterdessen entwickelten Mitteldarm in Verbindung tritt. Später entsteht die Larvenniere, das untere Schlundganglion mit dem Gehörorgan, sowie Mantel, Fuss und Kiemen.

Im Allgemeinen kann man die Embryonalentwicklung der Flussmuscheln *(Cyclas, Unio Anodonta)*, bei welchen die Eier und Embryonen in geschützten Bruträumen aufgenommen werden, eine directere nennen. Die *Unio*-Larve ist mit provisorischem Byssus und Schalenhaken ausgestattet und durchläuft ihre weitere Entwicklung parasitisch an der Haut von Süsswasserfischen. Dagegen werden die marinen Lamellibranchiaten frühzeitig geboren und schwärmen als Larven mit ihrem schirmartig verbreiterten Wimpersegel, aus welchem durch Rückbildung die Mundlappen oder Lippentaster hervorgehen, längere Zeit umher (Fig. 653).

Fig. 653.



Larve von *Montacuta bidentata*, nach Lovén. *S* Segel, *Sp* Scheitelplatte mit Griffel, *D* Darm, *L* Leber, *SM* vorderer Schalenmuskel, *Pe* Fuss.

Die meisten Muschelthiere sind Meeresbewohner und leben in verschiedenen Tiefen, theils kriechend, theils schwimmend und springend. Viele entbehren der Ortsbewegung, indem sie sich frühzeitig mittelst des Byssusgespinnstes festsetzen, oder mit einer Schalenklappe auf Felsen und Gesteinen festwachsen (Austern). Andere, wie die Bohrmuscheln, bohren Gänge in Schiffholz, Pfahlwerk und in Felsen. Mit Rücksicht auf die Verbreitung der Lamellibranchiaten in früheren Erdperioden und die vortreffliche Erhaltung ihrer petrificirten Schalen sind zahlreiche Gattungen zur Bestimmung der Formationen als Leitmuscheln von der grössten Bedeutung.

Man hat die Lamellibranchiaten nach dem Vorhandensein oder Mangel von Siphonen in *Siphoniaten* und *Asiphonier* eingetheilt, indessen ist diese Classification eine künstliche.

[1]) Vergl. besonders S. Lovén, Bidrag till Kännedomen om Utvecklingen af Mollusca Acephala Lamellibranchiata. Stockholm 1848. Carl Rabl, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Malermuschel. Jena 1876. B. Hatschek, Ueber die Entwicklungsgeschichte von Teredo. Arb. aus dem zool. Institute etc., Bd. III. Wien 1881.

Aber auch die neueren Eintheilungsversuche, welche sich auf die Gestalt des Schalenschlosses der Kiemen, sowie das Verhältniss der Adductoren und der Mantelbucht stützen, haben zu keiner befriedigenden Eruirung der natürlichen Verwandtschaft geführt.

I. *Protobranchia.* Kiemen kammförmig, Fuss söhlig, Schale gleichklappig. Zwei Adductoren (Homomyaria). Schloss verschieden gestaltet.

Fam. *Solenomyidae.* Schale dünn, scheidenförmig klaffend. *Solenomyia* Lam. lebend und fossil.

Fam. *Nuculidae.* Schloss taxodont. *Nucula nuclear* Lin.

Vielleicht schliessen sich hier zahlreiche Paläoconchen (Neumayr) an.

II. *Homomyaria.* Mit zwei meist gleichen Muskeleindrücken der Schalenklappen.

a) Taxodontes. Schlosszähne zahlreich, undifferenzirt, zu einer geraden, gebogenen oder gebrochenen Reihe angeordnet.

Fam. *Arcidae*, Archemuscheln. Schalen dick, gleichklappig, mit sehr entwickeltem Schloss, von haariger Epidermis bekleidet. Die beiden Schalenschliesser bilden zwei gleich grosse vordere und hintere Muskeleindrücke. *Arca Noae* L., Mittelmeer. *Pectunculus pilosus* L., Mittelmeer.

b) Heterodontes. Schlosszähne in gerader Zahl deutlich in cardinale und laterale geschieden, wechselständig, die Zahngruben der gegenüberliegenden Klappe ausfüllend, seltener rückgebildet.

Fam. *Mactridae.* Schalen trigonal, gleichklappig, geschlossen oder leicht klaffend, mit dicker Epidermis. Zwei divergirende Schlosszähne, sowie vorne und hinten Lateralzähne. Muskelbucht kurz gerundet. Siphonalröhren vereint, mit gefransten Oeffnungen. *Mactra stultorum* L., Mittelmeer (Fig. 647).

Fam. *Unionidae (Najades)*, Flussmuscheln. Mit länglichen, gleichklappigen, aber ungleichseitigen Schalen, welche äusserlich von einer starken glatten, meist braunen Oberhaut und innen mit einer Perlmutterlage überzogen sind. Der eine Muskeleindruck ist getheilt. Fuss mit schneidender Längskante, Kiemen hinter dem Fuss verwachsen. Die äusseren Kiemenblätter sind zugleich Bruträume für die sich entwickelnden Eier. In stehendem oder fliessendem Wasser. *Anodonta cygnea* Lam., Teichmuschel, in Teichen. *A. anatina* L., Entenmuschel, mehr in Flüssen und Bächen. *Unio pictorum* L., Malermuschel. *U. tumidus* Retz., *U. batavus* Lam., *Margaritana margaritifera* Retz., Flussperlmuschel, in Gebirgsbächen Süddeutschlands, besonders in Bayern, Sachsen, Böhmen. Liefert die Flussperlen. Hier schliessen sich die *Trigoniden* an, von denen die Unioniden wahrscheinlich abzuleiten sind.

Fam. *Chamidae*, Gienmuscheln. Schalen ungleichklappig, mit stark entwickelten Schlosszähnen und einfacher Mantellinie. Der Mantelrand bis auf drei Oeffnungen, den Fussschlitz, Kloaken- und Athemschlitz, verwachsen. *Chama Lazarus* Lam. Verwandt sind *Tridacna gigas* L., Riesenmuschel, und *Hippopus maculatus* Lam., Indischer Ocean.

Fam. *Cardiidae*, Herzmuscheln. Die gleichklappigen, ziemlich dicken Schalen sind herzförmig und gewölbt, mit grossen eingekrümmten Wirbeln, äusserem Ligamente und starkem, aus mehrfachen Zähnen gebildetem Schlosse. Die verwachsenen Mantelränder lassen ausser den kurzen Siphonen einen Schlitz frei zum Durchtritt des kräftigen und knieförmig gekrümmten, zur Schwimmbewegung dienenden Fusses. *Cardium edule* L., Nordsee und Mittelmeer. *C. tuberculatum* L. (Fig. 651), Mittelmeer. *Hemicardium cardissa* L., Ostindien.

Fam. *Lucinidae.* Schale kreisförmig, frei, geschlossen, mit einem oder zwei Schlosszähnen und einem zweiten ganz verkümmerten Seitenzahn. Mantellinie einfach. Mantel vorne offen, hinten mit ein oder zwei Siphonalröhren. *Lucina lactea* Lam., Mittelmeer.

Fam. *Cycladidae.*[1]) Schale gleichklappig, frei, bauchig aufgetrieben, mit äusserem Ligament und dicker, horniger Epidermis. Mantel mit zwei (selten einer) mehr oder minder vereinigten Siphonalröhren. Süsswasserbewohner. *Cyclas cornea* L., *Pisidium* Pf., *Corbicula* Mühlf.

Fam. *Cyprinidae.* Schalen regelmässig, gleichklappig, oval gestreckt, geschlossen mit dicker und starker Epidermis. Hauptschlosszähne ein bis drei, und gewöhnlich ein hinterer Seitenzahn. Mantellinie einfach. Mantelränder zur Bildung zweier Siphonalöffnungen verwachsen. *Cyprina islandica* Lam., *Isocardia cor* L., Mittelmeer.

Fam. *Veneridae.* Schale regulär rundlich, oblong, mit drei divergirenden Schlosszähnen in jeder Klappe. Mantellinie ausgebuchtet. Die Athemröhren von ungleicher Grösse, an der Basis vereint. *Venus verrucosa* L., Mittelmeer. *V. (Tapes) decussata* L., *Cytherea Chione* L., essbar, Mittelmeer. *C. Dione* L., Atlantischer Ocean.

Fam. *Tellinidae.* Mit zwei langen, vollständig getrennten Athemröhren, tentakeltragendem, weitgeschlitztem Mantelrande und triangulärem Fusse. *Tellina baltica* Gm., *T. radiata* L., *Donax trunculus* L.

Fam. *Myidae,* Klaffmuscheln. Mantel fast ganz geschlossen, mit Schlitz zum Durchtritt des kurzen oder walzenförmig gestreckten Fusses, mit sehr langer, fleischiger Athemröhre, die Schalen klaffen an beiden Enden. Graben sich tief im Schlamme und Sande ein. *Mya truncata,* Klaffmuschel. Hier schliessen sich an die *Soleniden* mit *Solen vagina* L., Messerscheide, ferner die *Pholadomyidae* und *Corbulidae.*

Fam. *Pholadidae,* Bohrmuscheln. Die beiderseits klaffenden Schalen ohne Schlosszähne und Ligament, aber mit accessorischen Kalkstücken, welche entweder an dem Schlosse *(Pholas)* oder an der Athemröhre *(Teredo)* anliegen (Fig. 654). Mantel mit nur kleiner Oeffnung für den Durchtritt des dicken stempelartigen Fusses, in eine lange Röhre auslaufend. Graben sich im Schlamme und Sande ein oder bohren in Holz und selbst in festem Gestein, in Kalkfelsen und Korallen Gänge, aus denen sie ihre verschmolzene Athemröhre hervorstrecken. *Pholas dactylus* L. (Fig. 654 *a*), *Ph. crassata* L., *Teredo navalis* L.. Schiffsbohrwurm (Collectivbezeichnung) (Fig. 654 *b*). War die Veranlassung zu dem bekannten Dammbruche in Holland am Anfange des vorigen Jahrhunderts.

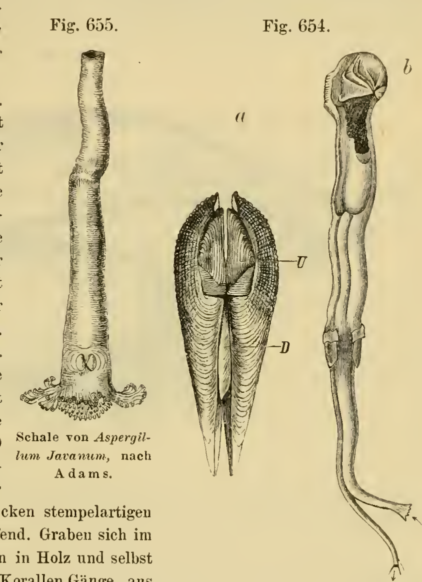


Fig. 655. Schale von *Aspergillum Javanum,* nach Adams.

Fig. 654. *a* Schale von *Pholas dactylus.* U Umbonalplatten, D Dorsalplatte. — *b Teredo navalis,* aus der Kalkröhre entnommen, mit ausgestreckten Siphonen, nach Quatrefages.

Fam. *Gastrochaenidae (Tubicolidae).* Schalen dünn, gleichklappig, zahnlos, zuweilen in eine Kalkröhre eingefügt, welche durch Ausscheidung des Mantels entstanden ist. Nur ein kleiner vorderer Schlitz bleibt am Mantel frei, der sich nach hinten in zwei verschmolzene Röhren mit endständigen Oeffnungen verlängert. *Gastrochaena clava* L., *Clavagella bacillaris* Desh., *Aspergillum javanum* Lam., Giesskannenmuschel, Indischer Ocean (Fig. 655). Hier schliesst sich an: *Saxicava* Bell.

[1]) Fr. Leydig, Anatomie und Entwicklung von Cyclas. Müller's Archiv, 1855.

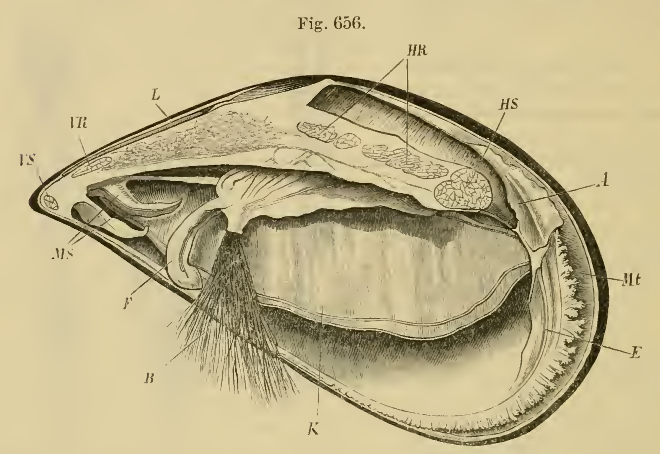
III. *Anisomyaria (Dysodontes).* Schlosszähne fehlen oder sind unregelmässig. Die beiden Schliessmuskeln sehr ungleich oder auf einen einzigen reducirt. Eine Mantelbucht fehlt.

a) Heteromyaria. Vorderer Schliessmuskel klein.

Fam. *Aviculidae,* Perlmuttermuscheln. Mit schiefen, ungleichklappigen Schalen von blättriger Textur und dicker innerer Perlmutterlage (Fig. 630). Mantel völlig geschlitzt, Fuss klein, Byssus absondernd. *Avicula hirundo* L., Golf von Tarent. *Meleagrina margaritifera* L., Perlmuschel, bewohnt besonders das indische und persische Meer, aber auch den mexikanischen Meerbusen. Sondert die Perlen [1]) ab. Die innere Schalenschicht kommt als Perlmutter in den Handel. *Malleus vulgaris* Lam., Indischer Ocean.

Fam. *Mytilidae,* Miesmuscheln (Fig. 656). Schalen gleichklappig, von starker Oberhaut überzogen. Der zungenförmige Fuss befestigt sich durch Byssusfäden. Mantel mehr oder minder frei bis auf eine kurze, am Mantel gefranste Siphonalöffnung. *Pinna squamosa* Gm.,

Fig. 656.



Mytilus edulis, nach Abhebung der linken Schalenklappe und Entfernung des linken Mantellappens. *Mt* Mantel, *E* Einfuhrsöffnung, *A* Auswurfsöffnung, *VS* vorderer, *HS* hinterer Schalenschliesser, *VR* vorderer, *HR* hinterer Retractor, *L* Ligament, *MS* Mundsegel, *F* Fuss, *B* Byssus, *K* Kieme.

Steckmuschel, Mittelmeer. *Mytilus edulis* L., essbare Miesmuschel der Nord- und Ostsee. *Lithodomus dactylus* Sow., im Mittelmeere (Serapistempel von *Pozzuoli*). *Dreyssena polymorpha* Pall., hat sich über viele Flussgebiete in Deutschland allmälig verbreitet.

b) Monomyaria. Mit einfachem Schliessmuskel.

Fam. *Pectinidae,* Kammmuscheln. Schalen gleichklappig oder ungleichklappig, dann aber ziemlich gleichseitig, mit geradem Schlossrand, häufig mit fächerförmigen Rippen und Leisten. Die freien und völlig gespaltenen Mantelränder tragen zahlreiche Tentakeln und oft smaragdgrüne Augen in grosser Zahl. Der kleine Fuss sondert oft Byssusfäden zur Befestigung ab. Einige sitzen auch mittelst ihrer gewölbten Schalenklappe fest *(Spondylus),* andere, wie die sogenannten Pilgermuscheln, bewegen sich schwimmend durch rasches Oeffnen und Schliessen der Schalen *(Pecten).* Viele sind essbar und werden wegen des feinen Geschmackes ihres Fleisches höher noch als die Austern geschätzt. *Pecten Jacobaeus* L. Mittelmeer. *Spondylus gaederopus* L., *Lima squamosa* Lam.

[1]) Vergl. C. Moebius, Die echten Perlen etc. Hamburg 1857.

Fam. *Ostreidae*, Austern. Schalen ungleich, blättrig, mit schwachem, meist zahnlosem Schlosse. Bei den echten Austern sitzt die gewölbtere linke Klappe fest, während die obere rechte Schale, durch ein inneres Ligament befestigt, wie ein Deckel der unteren Schale aufliegt. Mantel vollständig gespalten und am Rande gefranst, dagegen verwachsen die Kiemenlamellen theilweise an ihrem äusseren Rande. Fuss fehlt oder ist rudimentär. Siedeln sich meist colonienweise in den wärmeren Meeren an, wo sie Bänke von bedeutender Ausdehnung bilden können *(Austernbänke)*. Auch waren sie bereits in früheren Erdperioden, besonders auch im Jura und in der Kreide vertreten. *Ostrea edulis* L., Auster, an den europäischen Küsten auf felsigem Meeresgrunde, umfasst wahrscheinlich eine Reihe nach dem Fundorte verschiedener Arten. Nach Davaine soll die Auster gegen Ende des ersten Jahres nur männliche Geschlechtsstoffe produciren und erst später vom dritten Jahre an weiblich werden und Brut erzeugen. Dagegen behauptet Moebius, dass sich das Sperma später ausbilde, nachdem die trächtigen Thiere ihre Eier entleert haben. Die Fortpflanzung fällt besonders in die Monate Juni und Juli, in welcher Zeit die Austern trotz ihrer ausserordentlichen Fruchtbarkeit einer Schonung bedürfen. *O. crista galli* Chem., im Indischen Ocean. *Anomia ephippium* L., *Placuna placenta* L.

III. Classe. Scaphopoda [1], (Solenoconchae), Scaphopoden.

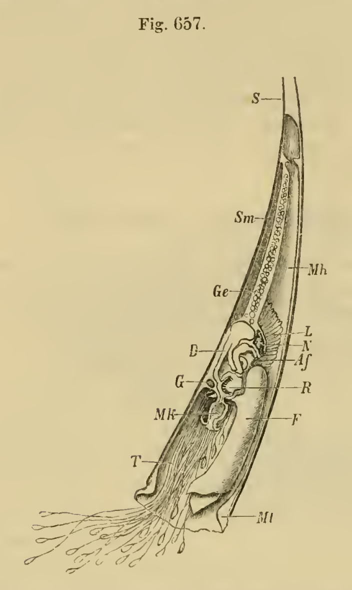
Bilateral-symmetrische Mollusken, ohne Kopf, Augen und Herz, mit dreilappigem Fusse, mit röhrenförmigem, an beiden Polen geöffnetem Mantel und Kalkschale, mit fadenförmigen Cirren an den Seiten des Mundes, mit Radula, getrennten Geschlechtes.

Erst durch die trefflichen Untersuchungen von Lacaze-Duthiers ist diese Gruppe von Mollusken, welche man lange Zeit als *Cirrobranchiaten* den Gastropoden unterordnete, aufgeklärt worden und wird ihrer zahlreichen Besonderheiten wegen am besten als besondere Classe (Ihering) betrachtet werden. Der langgestreckte, etwas gekrümmte und nach oben zugespitzte Thierleib trägt einen sackförmigen Mantel und sondert eine gleichgestaltete Schale ab, in welcher jener durch einen Muskel nahe dem schmalen Schalenrande angeheftet liegt (Fig. 657). Derselbe besitzt einen dreilappigen Fuss, welcher aus der grösseren unteren Schalenöffnung hervortritt. Ein gesonderter Kopfabschnitt fehlt, dagegen findet sich oberhalb des Fusses ein eiförmiger Aufsatz, an dessen Spitze die von acht blattähnlichen Lippenanhängen umstellte Mundöffnung liegt. Zu den Seiten des Mundkegels entspringen auf zwei Wülsten zahlreiche fadenförmige, bewimperte Cirren, welche zur unteren Mantelöffnung hervorgestreckt werden und vornehmlich der Nahrungsaufnahme dienen. Als Mundbewaffnung ist sowohl ein Kieferrudiment, als eine mit fünf Plattenreihen besetzte Zunge vorhanden. Der Nahrungscanal zerfällt in Schlund, Speiseröhre, Magen mit umfangreicher Leber und in einen Darm, welcher nach mehrfachen, knäuelartig zusammengedrängten Windungen hinter dem Fusse median in den Mantelraum ausmündet. Zwei Mantelgefässe,

[1]) Lacaze-Duthiers, Histoire de l'organisation et du développement du Dentale. Ann. des sc. nat., 1856—1858. A. Kowalevsky, Étude sur l'Embryogénie du Dentale. Ann. du Musée d'hist. nat. Marseille. Tom. I, 1883. Pelseneer, l. c. 1891. Derselbe, La classification générale des Mollusques. Bull. sc. de la France et de la Belgique. Bd. XXIV, 1892.

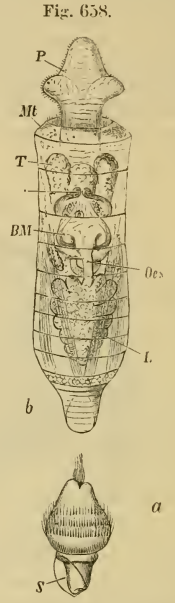
complicirte Lacunen der Leibeshöhle, führen das Blut. Die Athmung geschieht durch die Mantelfläche und wohl auch durch die fadenförmigen Cirren. Die Niere ist paarig in der Umgebung des Mastdarmes gelegen und mündet durch zwei Oeffnungen rechts und links vom After aus. Das Nervensystem besteht aus den drei Gangliengruppen, von denen das Fussganglion zwei Gehörblasen trägt. Augen fehlen. Als Tastorgane deutet man die zahlreichen bewimperten Tentakelfäden. Die Röhrenschnecken sind getrennten Ge-

Fig. 657.



Dentalium, mit Ausnahme des Fusses im Längsschnitte dargestellt, nach einer Zeichnung von Grobben. *S* Schale, *Mt* Mantel, *Sm* Schalenmuskel, *Mh* Mantelhöhle, *F* Fuss, *Mk* Mundkegel, *T* Cirren, *R* Radula, *D* Darm, *L* Leber, *Af* After, *G* Gehirnganglion, *N* Niere, *Gc* Geschlechtsdrüse.

Fig. 658.



Larven von *Dentalium,* nach Lacaze-Duthiers. *a* Junge Larve mit Schalenanlage *(S)*. *b* Aeltere Larve vom Rücken gesehen. *P* Fuss, *BM* Buccalmasse, *Oes* Oesophagus.

schlechts. Ovarien und Hoden liegen als unpaare, fingerförmig gelappte Drüsen hinter Leber und Darm und münden mit der rechtsseitigen Niere aus. Die Thiere leben versenkt im Schlamme und kriechen mit schräg erhobener Schale mittelst des Fusses langsam umher. Die Entwicklung der Eier zum Embryo wird durch eine inäquale Furchung eingeleitet. Die Bildung der Gastrula erfolgt durch Einstülpung. Das Mesoderm scheint durch zwei Zellen angelegt zu werden. Die Jungen schwärmen eine Zeit lang als Larven mit Wimperbüschel und Wimperkragen umher, erhalten dann den Mantel, eine fast zweiklappige Schale und den Fuss; erst später gestaltet sich der Mantel, sowie die Schale röhrenförmig (Fig. 658).

I. Ordnung. **Solenoconchae, Röhrenschnecken.**

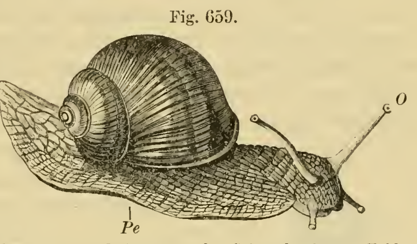
Fam. *Dentalidae. Dentalium entalis* L., *D. elephantinum* L., Mittelmeer und Indischer Ocean.

IV. Classe. **Gastropoda**[1], **Bauchfüsser.**

Weichthiere, meist mit tentakeltragendem Kopfe, bauchständigem, oft söhligem Fusse und ungetheiltem Mantel, welcher sich nach Art einer Kapuze am Rücken erhebt und häufig ein einfach tellerförmiges oder spiralig gewundenes Gehäuse absondert.

Der vordere, als Kopf bezeichnete Abschnitt trägt zwei oder vier Fühler und zwei Augen, welche der Spitze, in der Regel der Basis eines Fühlerpaares aufsitzen (Fig. 659). Am Rumpfe erhebt sich der bauchständige muskulöse Fuss. In der Regel stellt derselbe eine breite und lange Sohle dar, dagegen ist derselbe bei den *Heteropoden* eine senkrecht erhobene Flosse, bei den *Pteropoden* durch Entwicklung paariger Theile (Epipodien) flügelförmig gestaltet. Für die Gestaltung des Rumpfes erscheint die Lage und Form des Mantels wichtig. Dieser erhebt sich nach Art einer Mütze auf dem Rücken und bildet eine mehr oder minder umfangreiche Duplicatur, deren Rand meist verdickt, zuweilen auch in Lappen verlängert oder in Fortsätze ausgezogen ist. Die untere Mantelfläche begrenzt in der Regel als Decke eine auf die Rückenfläche und auch auf die Seiten des Rumpfes ausgedehnte Höhlung, welche das Respirationsorgan in sich aufnimmt.

Fig. 659.



Helix pomatia. *O* Augen an der Spitze des langen Fühlerpaares, *Pe* Fuss.

Der Eingeweidesack entwickelt sich, vom Mantel umrahmt, an der dorsalen Seite meist bruchsackartig hervortretend. Die ursprüngliche symmetrische Ausbildung desselben findet sich nur bei den Placophoren *(Chiton)* bewahrt, ist jedoch bei allen übrigen Gastropoden gestört, indem der Eingeweidesack von links und hinten nach vorne und rechts gedreht, daher spiralig aufgerollt und nach dem oberen Ende allmälig verjüngt erscheint. Mantel und Eingeweidesack werden von dem Gehäuse bedeckt, welches die Form der

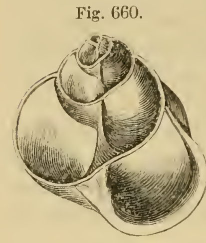
---

[1]) Ausser Cuvier l. c. vergl. Martini und Chemnitz, Conchylien-Cabinet. 12 Bde. Herausgegeben von Küster. Nürnberg 1837—1865. Sowerby, Thesaurus conchyliorum or figures and descriptions of shells. London 1832—1862. Reeve, Conchologia iconica etc. London 1842—1862. H. und A. Adams, The Genera of the recent Mollusca. 3 Vols. London 1858. H. Troschel, Das Gebiss der Schnecken. Berlin 1856—1878. Woodward, Manual of the Mollusca. 2d Ed. London 1868. J. W. Spengel, Die Geruchsorgane und das Nervensystem der Mollusken. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXV, 1881.

Windungen der letzteren wiederholt und meist auch Kopf und Fuss beim Zurückziehen des Thieres vollkommen in sich aufnehmen kann.

Das Gehäuse stellt sich in der Regel als feste Kalkschale dar, deren Structur eine ähnliche Beschaffenheit wie die Perlmutterschicht der Muschelschale besitzt. Zuweilen bleibt die Schale zart, hornig und biegsam, oder es tritt eine gallertige *(Tiedemannia)* bis knorpelige *(Cymbulia)* Schale auf. Seltener erscheint die Schale so klein, dass sie nur die Mantelhöhle mit dem Respirationsorgane bedeckt oder ganz in der Mantelhaut verborgen liegt *(Limax, Pleurobranchiaten)*. In anderen Fällen wird sie frühzeitig abgeworfen, so dass den ausgebildeten Thieren ein Gehäuse fehlt (viele marine Nachtschnecken). Im Gegensatze zu den Lamellibranchiaten bleibt die Schale einfach, und zwar erscheint sie entweder flach und napfförmig *(Patella)* ohne Gewinde, oder in sehr verschiedener Weise spiral gewunden von einer flachen scheibenförmigen bis zu einer lang ausgezogenen, thurmförmig verlängerten Spirale (Fig. 660). Mit dem Wachsthum des Thieres wächst dieselbe an ihrem dem Mantelrande aufliegenden Saume weiter (Anwachsstreifen) und erhält bei ungleichmässigem Wachsthum Spiralwindungen, deren Durchmesser allmälig und continuirlich sich vergrössert. In seltenen Ausnahmen wächst die Schale später unregelmässig und bildet anstatt der Spiralwindungen eine lange gebogene Röhre, wie z. B. bei *Magilus* (Fig. 661). Da das unsymmetrische Wachsthum der Schale in dem ungleichmässigen Wachsthum des Körpers seinen Grund hat, so begreift es sich, dass zur Seite der grösseren Aussenlippe der Schale die unpaaren Organe (After, Geschlechtsöffnung) münden. Man unterscheidet den *Scheitel* oder die Spitze *(Apex)* als den Theil des Gehäuses, an welchem die Bildung desselben begann und die Spiralwindungen ihren Anfang nahmen, ferner die *Mündung (Apertura)*, welche in die letzte und meist grösste Windung einführt und mit ihren beim ausgewachsenen Thiere aufgewulsteten *Lippen (Peristoma)* dem Mantelrande aufliegt. Die Windungen drehen sich rechts — und dann wird das Gehäuse mit dem Apex nach rechts gewendet am Rücken getragen und After wie Geschlechtsöffnungen münden rechtsseitig — selten links um eine von der Spitze nach der Mündung gerichtete Achse, welche entweder durch eine solide Spindel *(Columella)* oder einen hohlen Canal derselben bezeichnet wird, dessen Oeffnung man als Nabel *(Umbo)* benennt. Dieser kann, falls die Windungen von der Achse entfernt bleiben, zu einem

Fig. 660.



Durchschnitt durch das Gehäuse von *Helix pomatia*.

Fig. 661.



Schale von *Magilus antiquus* (règne animal).

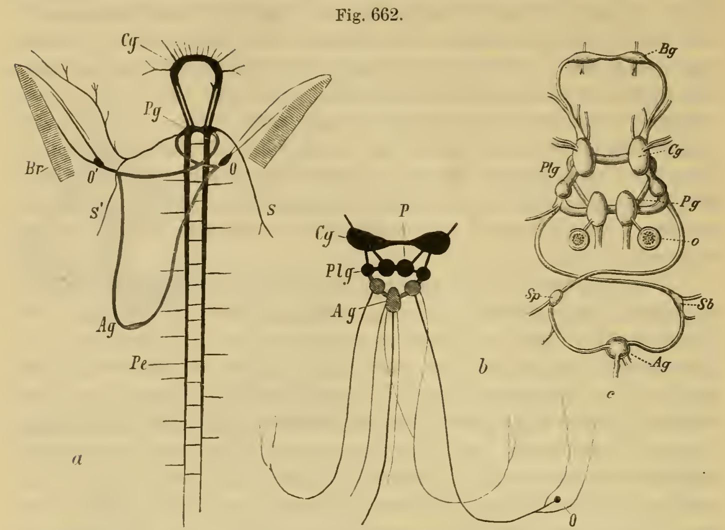
hohlen, fast kegelförmigen Raum mit weitem Nabel werden *(Solarium)*. In der Regel legen sich die Windungen unmittelbar aneinander an; seltener bleiben die Windungen getrennt *(Scalaria)*. Nach der Lage der Spindel unterscheidet man einen Spindelrand oder innere Lippe und einen Aussenrand oder äussere Lippe der Apertur. Diese letztere erweist sich entweder ganzrandig *(holostom)* oder durch eine Ausbuchtung unterbrochen, welche sich oft in einem canalartig ausgehöhlten Fortsatz verlängert *(siphonostom)*. Bei vielen Schnecken kommt zum Gehäuse ein Deckel *(Operculum)* hinzu, der meist am hinteren Ende des Fusses aufsitzt und beim Zurückziehen des Thieres die Schalenöffnung verschliesst. Viele Landschnecken sondern vor Eintritt des Winterschlafes einen Kalkdeckel ab, welcher im kommenden Frühjahr wieder abgestossen wird.

Das Integument besteht aus einem oberflächlichen, häufig Wimperhaare tragenden Cylinderepithel und einer bindegewebsreichen Unterhaut, von welcher die Hautmusculatur nicht zu trennen ist. Der Haut sind Kalk- und Pigmentdrüsen eingelagert, besonders dicht gehäuft am Mantelrande, wo dieselben das Wachsthum, sowie die eigenthümliche Färbung der Schale bedingen. Diese wird ganz nach Art von Cuticularbildungen durch das Epithel abgesondert und erstarrt, indem die der organischen Grundlage beigemengten Kalksalze eine feste und krystallinische Beschaffenheit annehmen. Die oberste Schicht der Schale bleibt oft als zarte Epidermis unverkalkt, während ihre innere Fläche sich durch Perlmutterschichten verdickt. Die Verbindung des Thieres mit der Schale wird durch einen Muskel vermittelt, welcher wegen seiner Lage an der Spindel *Spindelmuskel* heisst. Derselbe entspringt am Rücken des Fusses und setzt sich am Anfang der letzten Windung an der Spindel fest.

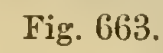
Das *Nervensystem* bietet manche Verschiedenheiten. Die *Placophoren* schliessen sich in der Gestaltung desselben (Fig. 640) so eng den *Solenogastres* an, dass man sie mit diesen als Classe der *Amphineura* vereinigt hat. In allen anderen Fällen treten die drei typischen Gangliengruppen auf. Die durch eine obere Querbrücke verbundenen *Cerebralganglien* entsenden eine Commissur zu den *Pedalganglien*, sowie eine zweite zu den *Visceralganglien*, die jedoch auch direct den Cerebralganglien anliegen können. In der Regel sind noch zwei seitliche Ganglien vorhanden, die sog. *Commissural-* oder *Pleuralganglien*, welche mit dem Cerebral- und Pedalganglion durch Commissuren in Verbindung stehen, und von denen die Visceralcommissur ausgeht. Von den Eingeweideganglien trennt sich meist jederseits ein in der Visceralcommissur gelegenes *Parietalganglion*. Bei den Prosobranchien macht sich in der Lage der Visceralcommissur mit ihren Ganglien und austretenden Nerven ein eigenthümliches Verhältniss geltend, indem (*Chiastoneuren*, Fig. 642) als Folge der nach rechts erfolgten Drehung des Eingeweidesackes die Commissur vom rechten Pleuralganglion über den Darm nach links verläuft und hier zu einem Parietalganglion, dem sog. „*Supraintestinal-*

ganglion“ anschwillt, welches die linke Seite versorgt, während die vom linken Pleuralganglion abgehende Commissur unter dem Darm nach rechts

Fig. 662.



a Nervensystem von *Haliotis*. *Cg* Cerebralganglion, *Pg* Pleuropedalganglion, *Ag* Abdominalganglion, *O* und *O'* Geruchsorgane, *Pe* Pedalstränge, *S* und *S'* Seitennerven, *Br* Kiemen. — *b* Orthoneures Nervensystem von *Limnaeus*. *P* Pedalganglion, *Plg* Pleuralganglion (Commissuralganglion). Nach Lacaze-Duthiers (schematisch, nach Spengel). — *c* Chiastoneures Nervensystem von *Paludina* nach Ihering.


Fig. 663.



Auge von *Helix* nach Carrière. *Ep* Epidermis, *L* Linse, *N* Nerv, dessen Fasern in die Stäbchenzellen der Retina übergehen.

läuft und aus einem kleinen Parietalganglion, dem „*Subintestinalganglion*“, den die rechte Seite versorgenden Nerven austreten lässt (Fig. 662 *c*). In anderen Fällen und besonders da, wo die Parietalganglien bei sehr verkürzter Commissur den Pleuralganglien anliegen (Fig. 662 *b*), unterbleibt diese Verlagerung *(Orthoneuren)*. Ueberall bildet ein vom Gehirn verlaufender Nerv meist an jeder Seite der Speiseröhre ein *Buccalganglion*, dessen Nerven zur Schlundwand und zum Darm treten.

Von Sinnesorganen [1]) treten Augen, Otolithenblasen, Tast- und Geruchsorgane auf. Die von einer Linse erfüllten und hinter derselben eine becherförmige Retina besitzenden *Augen* (Fig. 663) sind in doppelter Zahl vorhanden und liegen meist an der Spitze von Stielen, welche aber in der Regel mit den Fühlern verschmelzen. Die

[1]) V. Hensen, Ueber das Auge einiger Cephalophoren. Zeitschr. f. wiss. Zool., Tom. XV, 1865. W. Flemming, Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Archiv für mikrosk. Anat., Tom. VI, 1870.

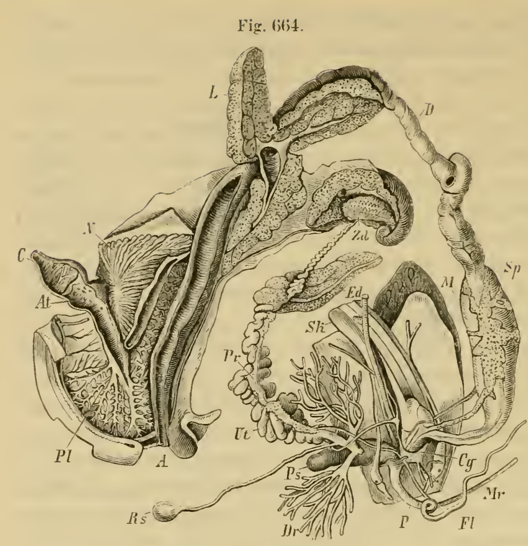
höchste Ausbildung erlangen die Augen der *Heteropoden,* bei welchen sie, in besonderen glashellen Kapseln befestigt, eine Bewegung des Bulbus gestatten. Die beiden im Innern bewimperten *Otolithenblasen* sind mit Ausnahme der *Heteropoden* und einiger *Prosobranchien* mit dem Fussganglion verbunden, doch entspringt der zugehörige Nerv stets im Gehirn. Als Tastorgane hat man vor Allem die Fühler anzusehen, ferner die oft wulstigen Lippenränder, aber auch lappenartige Verlängerungen, welche sich hin und wieder am Kopfe, Mantel und Fusse finden. Die Fühler sind meist in doppelter Zahl vorhanden und fehlen nur ausnahmsweise vollständig. Dieselben sind einfache contractile Fortsetzungen der Körperwand, welche zuweilen *(Pulmonaten)* eingestülpt werden können. Ueberall wohl sind eigenthümliche Haarzellen, deren Haarbüschel bei den Wassermollusken pinselförmig hervorragen, als Sitz einer besonderen Empfindung anzusehen. Dieselben sind über die ganze Oberfläche des Körpers verbreitet und an den zur Tastempfindung dienenden Körpertheilen besonders gehäuft. Die Fühler der Landschnecken besitzen an ihrer Endplatte zwischen besonders geformten Epithelzellen eine sehr reiche Ausbreitung feiner Sinneszellen (Kölbchen mit Stiften, Flemming) und fungiren wahrscheinlich als Spürorgane. Neuerdings wurde ein Organ, welches von dem Supraintestinalganglion aus innervirt wird, die Nebenkieme der Autoren als Sinnesorgan erkannt und als Geruchsorgan *(Osphradium)* gedeutet (Fig. 669 *Nk*). Bei den Zeugobranchien *(Fissurella, Haliotis)* ist dies paarig vorhanden (Fig. 662 *a*).

Die *Verdauungsorgane* verlaufen seltener in gerader Richtung, gewöhnlich unter mannigfachen Windungen, zuweilen knäuelartig zusammengedrängt im Leibesraum, biegen in der Regel nach vorne um und münden meist rechtsseitig vorne in dem Mantelraume; zuweilen aber mündet der After auch auf der Rückenfläche weit nach hinten gerückt. Viele, und zwar die höher stehenden Gastropoden, besitzen einen von der Basis aus einstülpbaren Rüssel, andere eine von der Spitze aus einziehbare Schnauze. Die von Lippenrändern umgrenzte Mundöffnung führt in eine mit festen Kautheilen bewaffnete Mundhöhle, in welche zwei Speicheldrüsen einmünden. Aus derselben entspringt die Speiseröhre, dann folgt ein erweiterter, meist blindsackförmiger Magendarm und auf diesen der meist lange, mehrfach gewundene Dünndarm, von einer sehr umfangreichen, vielfach gelappten Lebermasse umhüllt, welche vornehmlich den oberen Theil des Eingeweidesackes ausfüllt und ihr Secret in den Darm, aber auch in den sog. Magen ergiesst (Fig. 664). Die Gestaltung des Verdauungscanals und der Leber bietet im Einzelnen zahlreiche und wesentliche Modificationen, unter denen der mit Leberblindsäcken versehene Darm der *Phlebenteraten* die bemerkenswertheste ist (Fig. 665). Der Enddarm zeichnet sich durch seine Weite aus und kann als Mastdarm (Rectum) unterschieden werden.

Die Bewaffnung der Mundhöhle wird theils durch Kiefer an der oberen Schlundwand, theils durch die sog. Reibmembran *(Radula)* eines zungenartigen Wulstes im Boden der Mundhöhle gebildet. Der Kiefer liegt als

bogenförmige Hornplatte dicht hinter dem Lippenrand oder zerfällt in zwei seitliche, sehr verschieden geformte Stücke, zwischen denen bei einigen Pulmonaten ein unpaares Kieferstück bestehen bleibt. Unterkiefer fehlen, dagegen liegt im Boden der Mundhöhle ein theils muskulöser, theils knorpeliger Wulst, welcher wegen der Aehnlichkeit mit der Zunge der Wirbelthiere die gleiche Bezeichnung erhalten hat (Fig. 666). Die Oberfläche desselben ist mit einer derben Membran, der Reibplatte oder *Radula*, bekleidet, auf welcher sich charakteristisch gestaltete, in Querreihen angeordnete Plättchen, Zähne und Haken erheben. Nach hinten setzt sich die Radula in eine cylindrische Tasche, die sog. *Zungenscheide*, fort, welche aus dem unteren Ende der Mundmasse schlauchartig hervorragt und als Bildungsstätte der Radula fungirt. Grösse, Zahl und Form der Platten oder Zähne auf der Oberfläche der Radula variiren überaus und liefern für die Gattungen und Familien systematisch

Fig. 664.



Anatomie der Weinbergschnecke *(Helix pomatia)*, nach Cuvier. Die Mantelhöhle linksseitig gespalten und der Mantel nach rechts umgeschlagen. Sodann sind nach Eröffnung der Körperhöhle die Eingeweide auseinandergelegt. *Cg* Cerebralganglion, *Sp* Speicheldrüse, *M* Magen, *D* Darm, *L* Leber, *A* After, *N* Niere, *At* Atrium, *C* Ventrikel, *Pl* Lunge, *Zd* Zwitterdrüse, von Leberlappen umhüllt, *Ed* Eiweissdrüse, *Pr* Prostata, *Ut* Uterus, *Rs* Receptaculum seminis, *Dr* fingerförmige Drüsen, *Ps* Pfeilsack, *P* Penis, *Fl* Flagellum, *Mr* Retractor, *Sk* Spindelmuskel.

Fig. 665. Fig. 666.

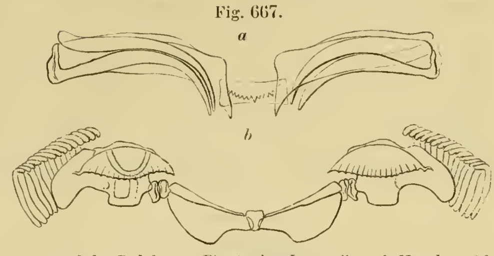


Darm von *Aeolis papillosa*, nach Hancock. *Bm* Buccalmasse, *Oe* Oesophagus, *M* Magendarm, *L* Leberschläuche, welche in die Anhänge des Rückens eintreten. *A* After.

Längsschnitt durch die Mundmasse von *Helix*, nach W. Keferstein. *O* Mund, *Mh* Mundhöhle, *M* Muskeln, *Rd* Radula, *Kn* Zungenknorpel, *Z* Zungenscheide, *Kf* Kiefer, *Oe* Oesophagus.

wichtige Charaktere. An den Querreihen der Platten, den sog. *Gliedern* der Reibmembran, unterscheidet man *Mittelplatten, Zwischenplatten* und *Seitenplatten* (Fig. 667 *a, b*). Nach der besonderen Gestaltungsweise der Radulabewaffnung glaubte Troschel natürliche Abtheilungen bilden zu können. Indessen bedarf diese einseitige systematische Anschauung mancherlei Correcturen, wie vornehmlich für die Taenioglossen und Rhipidoglossen nachgewiesen wurde.

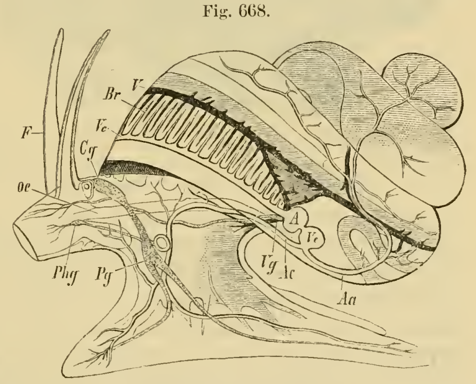
Fig. 667.



a Ein Glied der Radula von *Pterotrachea Lesueurii,* nach Macdonald. *b* Ein Glied der Radula von *Neritina fluviatilis,* nach S. Lovén.

Das *Gefässsystem* zeigt mehrfache und wesentliche Abweichungen. Das Herz liegt, von einem besonderen Pericardium umschlossen, meist zur Seite gedrängt in der Nähe der Athmungsorgane (Fig. 668). In der Regel besteht dasselbe aus einer kegelförmigen Kammer mit austretender Aorta und einem den Athmungsorganen zugekehrten Vorhof, in welchen das Blut durch Venen einströmt. Der letztere erscheint bei einigen *Gastropoden (Haliotis, Fissurella)* paarig (doppelte Kiemen), und dann ist die Uebereinstimmung mit den *Lamellibranchiaten* um so grösser, als in diesen Fällen auch der Mastdarm die Herzkammer durchbohrt. Die Aorta spaltet sich gewöhnlich in zwei Arterienstämme, von denen sich der eine nach vorne fortsetzt und mehrfache Verzweigungen in den Kopf und Fuss schickt, der andere rückwärts nach den Eingeweiden verläuft. Die Enden der Arterien öffnen sich in wandungslose Bluträume der Leibeshöhle, aus denen das Blut entweder ohne Dazwischentreten von Gefässen *(Heteropoden* und *Nudibranchien)* oder durch sog. Kiemen- (Lungen-) Arterien nach den Respirationsorganen und von da durch Kiemen- (Lungen-) Venen nach dem Herzen zurückgeführt wird. Die Ein-

Fig. 668.

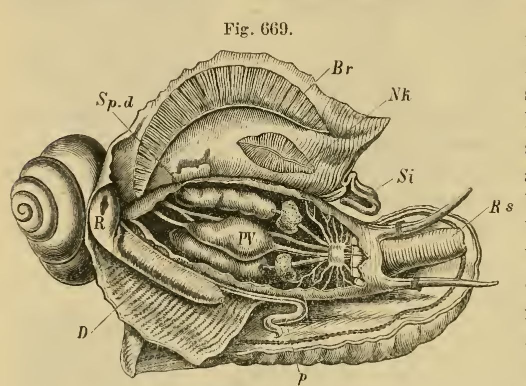


Nervensystem und Kreislaufsorgane von *Paludina vivipara,* nach Leydig. *F* Fühler, *Oe* Oesophagus, *Cg* Cerebralganglion mit dem Auge, *Pg* Pedalganglion mit anliegender Gehörblase, *Vg* Visceralganglion, *Phg* Pharyngealganglion, *A* Atrium des Herzens, *Ve* Ventrikel, *Aa* Aorta abdominalis, *Ac* Aorta cephalica, *V* zuführende Kiemenvene, *Ve* zurückführende Vene, *Br* Kieme.

richtungen, welche Wasser in die Bluträume eintreten lassen sollten, haben sich nicht als diesem Zwecke dienlich erweisen lassen. Nur bei *Natica* wurde in neuester Zeit das Vorhandensein besonderer Wassersporen und Wasserräume wahrscheinlich gemacht.

Nur wenige Gastropoden respiriren ausschliesslich durch ihre Körperhaut; bei weitem die meisten athmen durch Kiemen, viele durch Lungen, wenige durch Lungen und Kiemen zugleich. Die Kiemen sind meist blattförmige oder gefiederte Hautanhänge, welche in der Regel zwischen Mantel und Fuss von der Mantelduplicatur umschlossen liegen, selten frei der Rückenfläche aufsitzen. Der Mantelraum ist daher zugleich die Athemhöhle. Die Duplicität der Kiemen (*Placophoren, Zeugobranchien*) erscheint als ursprünglicher Zustand, macht aber meist einer asymmetrischen Ausbildung Platz, indem blos eine Kieme erhalten bleibt (Fig. 669). Die Luftathmung beschränkt sich auf einige *Prosobranchien* und auf die *Pulmonaten*. Auch hier dient der Mantelraum als Athemhöhle und unterscheidet sich dadurch von der Kiemenhöhle, dass die Decke der mit Luft erfüllten Cavität der Kieme entbehrt und dafür an ihrer inneren Fläche ein reiches Netzwerk von Bluträumen und Gefässen entwickelt. Die Kiemen-, respective Lungenhöhle communicirt durch eine längere Spalte des Mantelrandes oder durch eine runde, verschliessbare Oeffnung mit dem äusseren Medium; häufig setzt sich der Mantelrand um die Athemöffnung, analog dem Sipho der Lamellibranchiaten, in eine verschieden lange Athemröhre (Fig. 669) fort, welcher in der Regel ein Ausschnitt oder canalartiger Fortsatz des Gehäuses entspricht.

Fig. 669.



Anatomie von *Cassis cornuta*, nach Quoy, *Rs* Rüssel, *Si* Sipho, *Nk* Geruchsorgan (vermeintliche Nebenkieme), *Br* Kieme, *Spd* Speicheldrüsen, *PV* Proventriculus, *D* Afterdarm, *R* Niere, *P* Penis.

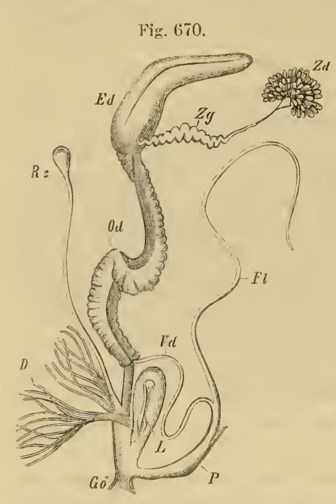
Für die Classification der grösseren Gruppen ist die Bildung der Athmungswerkzeuge von Bedeutung geworden. Im Allgemeinen kann man mit Milne Edwards nach der Lage der Respirationsorgane zu dem Herzen und dessen Vorhof zwei grosse Abtheilungen gegenüberstellen: *Opisthobranchien*, deren Vorhof und Kieme hinter der Herzkammer liegt, und *Prosobranchien*, deren Vorhof und Kieme vor der Herzkammer seine Lage hat. Den letzteren schliessen sich in diesem Charakter die *Heteropoden* und die *Pulmonaten* an.

Die *Niere* (Fig. 669) ist meist unpaar und liegt in der Nähe des Herzens als ein länglich dreieckiger Sack mit spongiöser (seltener mit glatter) Wandung von gelblichbrauner Färbung, welcher durch einen Wimpertrichter mit dem Pericardialraum in Verbindung steht. Das Secret derselben besteht grossentheils aus festen Concrementen, welche in den Zellen der Wandung ihren Ursprung nehmen und aus Harnsäure, Kalk und Ammoniak bestehen. Entweder öffnet sich der Drüsensack der Niere unmittelbar durch eine verschliessbare Spalte, oder vermittelst eines besonderen, neben dem Mastdarm verlaufenden Ausführungsganges, überall in der Nähe des Afters in die Mantelhöhle. Ziemlich allgemein findet sich in der Decke der Athemhöhle eine *Schleimdrüse,* welche oft eine erstaunliche Menge ihres Secretes aus dem Athemloche zu ergiessen vermag. Bei den Purpurschnecken *(Purpura, Murex)* liegt in der Decke der Athemhöhle neben dem Mastdarme die sog. Purpurdrüse, eine längliche, weisslichgelbe Drüsenmasse, deren farbloses Secret nach den Untersuchungen von Lacaze-Duthiers unter dem Einflusse des Sonnenlichtes rasch eine rothe oder violette Farbe gewinnt, welche als echter Purpur wegen ihrer Beständigkeit und Dauer schon im Alterthum geschätzt war. Nicht zu verwechseln mit dem echten Purpur ist der gefärbte Saft, welchen manche Opisthobranchien, z. B. die *Aplysien,* aus Poren ihrer Haut entleeren. Eine weitere Drüse ist die Fussdrüse von *Limax* und *Arion.* Dieselbe erstreckt sich durch die Länge des Fusses und besteht aus einzelligen Drüsenschläuchen, deren Ausführungsgänge in den bandförmigen Haupteingang eintreten, welcher sich zwischen Fuss und Kopf nach aussen öffnet. Dazu kommt bei mehreren nackten Pulmonaten *(Arion)* eine Drüse auf der Spitze des Schwanzes, welche sehr rasch bedeutende Mengen von Schleim abzusondern vermag.

Die Gastropoden sind theils Zwitter, theils getrennten Geschlechtes. Zu den ersteren gehören die *Pulmonaten, Opisthobranchien* und *Pteropoden;* getrennten Geschlechtes sind die *Placophoren*, *Prosobranchien* und *Heteropoden.* Fast alle legen Eier, die meisten als Laich in Schnüren ab. Nur wenige gebären lebendige Junge, die sich aus den befruchteten Eiern im Uterus entwickelt haben. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem Ovarium, Eileiter und Eiweissdrüse, Uterus (erweiterter und drüsiger Theil des Eileiters), Scheide und Samentasche; die männlichen aus einem Hoden, einem Samenleiter nebst Samenblase, Ductus ejaculatorius und äusserem Begattungsorgane. Die hermaphroditischen Formen zeichnen sich durch die enge Verbindung der beiderlei Zeugungsdrüsen und ihrer Leitungsapparate aus, indem nicht nur die letzteren in directer Communication stehen, sondern auch Ovarien und Hoden mit wenigen Ausnahmen *(Actaeon, Janus)* als Zwitterdrüse, meist zwischen den Leberlappen versteckt, räumlich vereinigt sind (Fig. 664). Dann entstehen entweder Eier und Samenfäden an verschiedenen Follikeln der gelappten oder auch verästelten Drüse *(Nudibranchien),* freilich immer in unmittelbarer Nähe, indem die Eifollikel

als Ausstülpungen peripherisch den Hodenbläschen aufsitzen *(Aeolis)*, oder das Epithel desselben Follikels erzeugt hier Samenfäden, dort Eier, wenn auch in der Regel nicht gleichzeitig, indem die männliche Reife des Thieres der weiblichen vorausgeht (Landschnecken). Bei den *Heliciden* (Fig. 670) trägt die Scheide zwei Büschel von fingerförmigen Drüsenschläuchen, sowie einen eigenthümlichen Sack, den *„Pfeilsack"*, welcher ein pfeilförmiges kalkiges Stäbchen in seinem Innern erzeugt. Das letztere, der sog. *Liebespfeil,* sitzt im Grunde der Tasche auf einer Papille fest, tritt aber bei der Begattung hervor und scheint die Bedeutung eines Reizorganes zu haben. In der Regel bricht derselbe während seiner Thätigkeit ab, um später durch einen neuen ersetzt zu werden. Die männliche Geschlechtsöffnung steht überall mit einem vorstülpbaren Penis im Zusammenhange und mündet meist mit der weiblichen in einer gemeinsamen seitlichen Oeffnung.

Fig. 670.



Geschlechtsorgane der Weinbergschnecke *(Helix pomatia)*, nach Paasch. *Zd* Zwitterdrüse, *Zg* der Ausführungsgang derselben, *Ed* Eiweissdrüse, *Od* Eiergang und Samenrinne, *Vd* Samenleiter, *P* vorstülpbarer Penis, *Fl* Flagellum, *Rs* Receptaculum seminis. *D* fingerförmige Drüse, *L* Pfeilsack mit dem Liebespfeil, *Gö* gemeinsame Genitalöffnung.

Bau und Lage der Geschlechtsorgane bei den getrennt geschlechtlichen Gastropoden sind ähnlich wie bei den Zwitterschnecken. Auch hier finden sich Samentaschen und Eiweissdrüse *(Paludina)*. Die Männchen besitzen fast überall einen freiliegenden Penis (Fig. 669), welcher entweder von dem Ende des Vas deferens durchbohrt *(Buccinum)* oder von einer Halbrinne durchzogen wird, an deren Basis die Geschlechtsöffnung liegt. Ist der Penis von der Geschlechtsöffnung entfernt, so ist es eine Wimperrinne, welche von jener die Samenfäden nach dem Begattungsorgane leitet *(Murex, Dolium, Strombus)*.

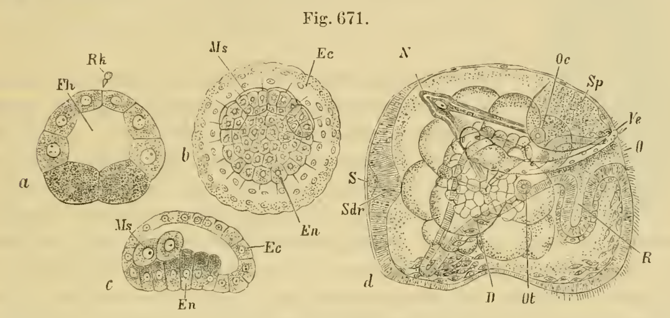
Die Embryonalbildung [1]) erfolgt nach inäqualer Dotterfurchung mittelst Anlage einer Blastula und Gastrula. Der Gastrulamund geht in den definitiven Mund über. Das Mesoderm wird durch zwei symmetrisch gelagerte Zellen angelegt. Der Embryo erhält alsbald ein bewimpertes Velum, mittelst dessen er in dem flüssigen Eiweiss des Eies rotirt. Vor dem Velum entsteht die

[1]) Vergl. insbesondere N. Bobretzky, Studien über die embryonale Entwicklung der Gastropoden. Archiv für mikrosk. Anatomie. Tom. XIII, 1876. C. Rabl, Ueber die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphol. Jahrb., Tom. V, 1879. H. Fol, Sur le développement des Gastéropodes pulmonés. Arch. Zool. Expér., Tom. VIII, 1879—1880. F. Blochmann, Ueber die Entwicklung der Neritina fluviatilis. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XXXVI, 1882. Ferner Bütschli, R. Lankester etc.

Scheitelplatte (Anlage des oberen Schlundganglions) als Verdickung des Ectoderms. An der der Mundöffnung entgegengesetzten Körperseite bildet sich die Schalenanlage (Schalendrüse), und bald darauf tritt die vom Mesoderm gebildete Urniere in Function; gleichzeitig erfolgt die Anlage des Fusses, während erst später mit der Ausbildung der Asymmetrie die definitive Niere, das Herz, sowie die Mantelhöhle sich anlegen (Fig. 671).

Die freie Entwicklung ist entweder eine directe, indem das ausgeschlüpfte Junge (bis auf Rudimente von Larvenorganen) bereits die Form und Organisation des Geschlechtsthieres besitzt *(Pulmonaten),* oder beruht auf einer Metamorphose. In diesem letzteren, für fast alle marinen *Gastropoden* giltigen Falle besitzen die schwärmenden Larven zwei grosse Wimpersegel, welche an Stelle des noch rudimentären Fusses als Bewegungsorgan dienen. Die Schale liegt bereits der Rückenfläche auf, ist aber noch klein, kaum mit

Fig. 671.



Einige Stadien der Embryonalentwicklung von *Planorbis,* nach C. Rabl. *a* Optischer Schnitt durch ein Furchungsstadium (24-Theilung). *Rk* Richtungskörperchen, *Fh* Furchungshöhle. — *b* Stadium mit vier Mesodermzellen, vom vegetativen Pol gesehen. *Ms* Mesodermzellen, *En* Entoderm, *Ec* Ectoderm. — *c* Schiefer optischer Längsschnitt durch das Stadium mit vier Mesodermzellen. — *d* Aelterer Embryo, an welchem sich die Schalendrüse nach rechts verschiebt. *Sdr* Schalendrüse, *S* Schale, *O* Mund, *D* Darm, *R* Radulaanlage, *Sp* Scheitelplatte, *Oc* Augen, *Ot* Gehörbläschen, *N* Urniere, *Ve* Velum.

beginnender Windung und kann meist durch einen dem Fusse angehefteten Deckel verschlossen werden (Fig. 637 und 638). Sehr häufig findet ein Schalenwechsel statt, indem die embryonale Schale abgeworfen und durch eine neue, definitive ersetzt wird. Bei weitem die meisten Gastropoden sind Meeresbewohner; im süssen Wasser leben die *Basommatophoren* und einige *Prosobranchien* (*Paludina*, *Valvata*, *Melania*, *Neritina* etc.). Im Brackwasser kommen viele *Littorinen, Cerithien, Melanien* etc. vor. Landbewohner sind die *Cyclostomiden* und *Stylommatophoren* unter den Pulmonaten. Uebrigens sind auch viele Kiemenschnecken im Stande, eine Zeit lang im Trockenen auszudauern, indem sie sich in ihre Schale zurückziehen und dieselbe durch den Deckel verschliessen. Fast alle bewegen sich kriechend mittelst der Fussfläche, einige aber, wie *Strombus,* springen, andere, wie *Oliva* und *Ancillaria,* die *Pteropoden* und *Heteropoden* schwimmen mit Hilfe ihres Fusses. Einzelne Meeresbewohner, wie *Magilus, Vermetus* etc., sind mit ihren Schalen

festgewachsen, nur wenige leben parasitisch, wie *Stylifer* auf Seeigeln und Seesternen. *Entoconcha mirabilis* in *Synapta*.

Ebenso verschieden wie die besondere Art des Aufenthalts und Vorkommens ist die Art der Ernährung. Viele, insbesondere die *Siphonostomen*, sind gefrässige Raubthiere und machen Jagd auf lebende Thiere; einige Kiemenschnecken, wie *Murex* und *Natica*, bohren zu diesem Zwecke die Schalen von Mollusken an, mehrere *(Strombus, Buccinum)* suchen vorzugsweise todte Thiere auf. Eine nicht minder grosse Zahl, fast alle *Pulmonaten* und *holostome* Kiemenschnecken, sind Pflanzenfresser.

1. Ordnung. **Placophora**[1], **Placophoren.**

Körper wurmförmig, symmetrisch, ohne abgesetzten Kopfabschnitt, mit söhligem Fusse, dorsal von metamerenähnlich hintereinander gelagerten Kalkplatten bedeckt, mit paarigen Nieren und zahlreichen zweifiederigen Kiemen in jeder Mantelrinne.

Unter allen Weichthieren schliessen sich die *Placophoren* nach Bau und Organisation am meisten den Gattungen *Neomenia* und *Chaetoderma* an und repräsentiren uns die phylogenetisch ältesten Gastropoden. Der im Gegensatze zu allen übrigen Gastropoden vollkommen symmetrische Leib besitzt keinen deutlich abgesetzten Kopf und entbehrt der Augen und Tentakeln. Der Fuss ist söhlig entwickelt. Das Integument entwickelt meist zahlreiche, zerstreut stehende Borsten, welche bald chitinig erhärtet, bald verkalkt sind. Zu diesen Integumentalbildungen kommt noch eine Dorsalreihe breiter, schienenähnlich verbundener Platten, welche ausnahmsweise *(Cryptochiton)* vom Mantel umschlossen bleiben und ihrer Entstehung nach eine gewissermassen vieltheilige Molluskenschale repräsentiren (Fig. 672). Die freien Mantelränder beschränken sich auf mässige Verdickungen. Unterhalb derselben liegt jederseits die auf eine Rinne reducirte Mantelhöhle mit einer Reihe zweifiedriger Kiemen, von denen jede einer Prosobranchierkieme entspricht (daher *Polybranchiata*) (Fig. 640).

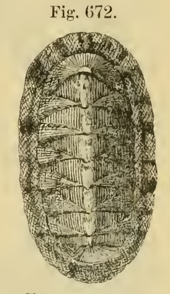
Von besonderem Interesse ist das einfache, mit dem der Solenogastres nahe übereinstimmende Verhalten des Nervensystems (Fig. 640). Gehirnanschwellungen fallen im Zusammenhange mit dem Mangel der Augen und Tentakeln am doppelten Schlundring hinweg. Von demselben treten vier Nervenstämme aus, die oberen seitlichen Pallialstränge und die ventralen, durch Quercommissuren verbundenen Pedalstränge, an denen Pedal- und Visceralganglien als Ganglienknoten nicht gesondert sind. Die beiden Pallial-

---

[1]) A. Th. Middendorf, Beiträge zu einer Malacozoologia russica. 1. Beschreibung und Anatomie neuer oder für Russland neuer Chitonen. Mém. acad. imp. St.-Pétersbourg, 1848. S. Lovén, Ueber die Entwicklung der Gattung Chiton. Archiv für Naturgesch., 1856. B. Haller, Die Organisation der Chitonen der Adria. Arb. aus dem zool. Institute in Wien, Tom. IV, 1882; Tom. V, 1883. A. Kowalevsky, Embryogénie du Chiton Polii. Ann. du Musée d'hist. nat. Marseille, Tom. I, 1883.

stränge bilden eine dorsal vom Darm bogenförmig geschlossene symmetrische Schlinge. Buccalganglien sind vorhanden, ferner Sublingual- (Subradular-) Ganglien, welche zu einem Sinnesorgane am Boden der Mundhöhle *(Subradularorgan)* gehören. Der Darmcanal beginnt mit der von einem rundlichen Lappen überragten Mundöffnung und erstreckt sich unter mehrfachen Windungen durch die ganze Länge des Leibes, um am hinteren Ende in der Afteröffnung auszumünden. Als Anhangsdrüsen sind zwei in den Oesophagus einmündende Drüsen (Speicheldrüsen?), sowie die in den Magen mündende paarige umfangreiche Leber zu erwähnen. Am Boden der Mundhöhle findet sich eine mächtige, von harten Chitinplatten (Radula) bekleidete Muskelmasse, die Zunge. Das Herz besteht aus einer medianen über dem Enddarm gelegenen Kammer und zwei seitlichen Vorhöfen.

Fig. 672.



Chiton squamosus.

Die Nieren sind paarig und münden rechts und links in die Mantelrinne aus. Die Placophoren sind getrennten Geschlechts. Hoden und Ovarien bilden eine einfache Drüse, welche dicht über Leber und Darmcanal liegt und jederseits einen in die Mantelrinne mündenden Ausführungsgang entsendet. Die Entwicklung des Eies beginnt mit totaler Furchung, welche anfangs äqual, dann irregulär verläuft, und führt zu einer Blastula und Invaginationsgastrula. Die aus den Eihüllen ausschlüpfende Larve besitzt ausser dem Velum einen vorderen Wimperschopf und zwei Augenflecken, sowie bereits die Anlage des Fusses und der Schale.

Fam. *Chitonidae*, Käferschnecken. An Stelle der Schale finden sich acht Kalkstücke vor, welche, schienenartig gelagert, in der Art über einander greifen, dass der Hinterrand eines Schalenstückes den Vorderrand des nachfolgenden überdeckt. *Chiton squamosus* L., Mittelmeer (Fig. 672). *Cryptochiton Stelleri* Midd., Kamtschatka.

2. Ordnung. **Prosobranchia**[1]), **Prosobranchien.**

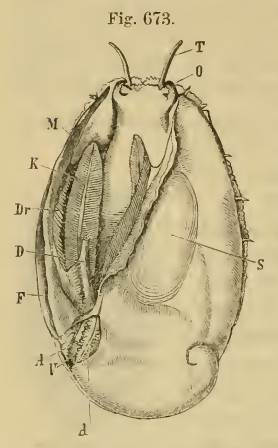
Beschalte Kiemenschnecken, deren Kiemen nebst Vorhof vor der Herzkammer liegen, getrennten Geschlechts.

Der Kopf ist meist deutlich gesondert. In der vorne und links gelegenen Athemhöhle, in welche Afterdarm, Niere und Eileiter münden, erhält sich in der Regel in Folge der Drehung und Asymmetrie des Eingeweidesackes nur eine (rechte) Kieme an der linken Seite, während die zweite rudimentär bleibt oder auch ganz verschwindet. Kiemenvenen und Vorhof liegen vor der Herz-

[1]) Fr. Leydig, Ueber Paludina vivipara. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. II, 1850. E. Claparède, Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Neritina fluviatilis. Müller's Archiv, 1857. H. Lacaze-Duthiers, Mémoire sur le Système nerv. de l'Haliotide. Mémoire sur la Poupre, Mémoire sur l'Anat. et l'Embryog. des Vermets. Ann. des sc. nat., IVe sér., Tom. XII und XIII. B. Haller, Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. Morph. Jahrb., Bd. IX, 1884. W. Patten, The Embryology of Patella. Arb. aus dem zool. Institute. Wien, Tom. VI, 1886. L. Boutan, Recherches sur l'anatomie et le développement de la Fissurelle. Arch. Zool. expér. 2. série, T. III, Suppl. 1885.

kammer. Die Visceralcommissur bildet meist eine lange gekreuzte Schlinge. Die Männchen sind schlanker und werden leicht an dem grossen, an der rechten Seite des Vorderkörpers gelegenen Penis erkannt. An den Geschlechtsorganen fehlen meist die Anhangsdrüsen. Die Eier werden von Eiweissmasse umlagert, in flaschenförmigen Kapseln abgelagert, und letztere häufig fremden Gegenständen angeklebt, seltener auch am Fuss mit umhergetragen *(Janthina)*.

Fig. 673.



Thier von *Haliotis tuberculata*. *M* Die zurückgeschlagenen Mantellappen. In der Kiemenhöhle die beiden Kiemen *(K)*, der Enddarm *(D)*, sowie die Schleimdrüse *(Dr)*, *S* Spindelmuskel, *F* Fuss, *T* Fühler, *O* Auge. In dem geöffneten Pericardialraum liegt der den Darm umgebende Ventrikel des Herzens *(V)*, sowie die beiden gefransten Atrien *(A)*.

1. Unterordnung. *Cyclobranchia.* Prosobranchien mit flacher, tellerförmiger Schale und blattförmigen Kiemen, welche in geschlossenem Kreise unter dem Mantelrande um die breite Fusswurzel sich erheben. Der Fuss ist breit und flach. Die Zungenbewaffnung wird ähnlich wie bei den *Placophoren* durch balkenartige bezahnte Hornplatten gebildet, daher *Docoglossa* Troschel. Zuweilen tritt auch eine Kieme (Cervicalkieme) rechts am Nacken auf *(Lottia)*. Nieren paarig. Aeussere Begattungswerkzeuge fehlen. Pflanzenfresser.

Fam. *Patellidae.* Der schüsselförmigen Schale adhärirt das Thier mittelst eines hufeisenförmigen Muskels. Kopf mit zwei Tentakeln, an deren angeschwollener Basis die Augen liegen. Zunge ausserordentlich lang und spiralig aufgerollt. Darmmündung rechts unter dem Kopfe. An der Radula fehlen die Mittelplatten, während die Zwischen- und Randplatten zu Haken erhoben sind, und kleinere Seitenplatten auftreten. *Patella* L. Die Spitze der Schale liegt wenig excentrisch und ist kaum nach vorne geneigt. *P. coerulea* L., *P. tarentina* Lam., *P. scutellaris* Lam., Adria und Mittelmeer. *Nacella* Schum. Kiemenkranz am Kopfe unterbrochen, die Spitze der pelluciden, innen perlmutterartig glänzenden Schale nach vorne umgebogen. *N. pellucida* L.

2. Unterordnung. *Zeugobranchia.* Kiemen zweifiedrig, paarig symmetrisch. Die der linken Seite ist die herübergerückte rechte und die rechte die herübergezogene linke (Fig. 673). Mantelrand vorne gespalten, daher die Schale durchlöchert oder an der Aussenlippe mit einem Schlitze versehen. Niere paarig, links rudimentär. Mit doppeltem Vorhof des Herzens, dessen Kammer von dem Mastdarm durchbohrt wird. Gebiss *rhipidogloss*, indem die complicirt gebaute Radula in jeder Querreihe ausser den Mittel- und Zwischenplatten eine grosse Zahl von fächerartig geordneten Seitenplatten trägt, deren oberer Rand umgebogene Haken bildet (Fig. 667 *b*). Alle sind Pflanzenfresser mit nicht retractiler Schnauze, ohne Siphonalröhre der Schalenmündung, und besitzen oft fadenförmige Anhänge am Fusse (Fig. 674). Ein Penis fehlt.

Fig. 674.



Fissurella maxima (aus Bronn).

Fam. *Fissurellidae,* Spaltnapfschnecken. Schale napf- und mützenförmig, an der Spitze geöffnet oder mit einem vorderen Ausschnitt zur Einführung in die mit zwei symmetrischen Kiemen versehene Athemhöhle. Mantelrand gefranst. Die Thiere mit Fühlern und umfangreichem Fusse sind denen der Patelliden ähnlich.

Fissurella Brug. Schale mit länglichem Loche in der vor der Mitte liegenden Spitze. *F. graeca* L., Adria und Mittelmeer. *Emarginula* Lam. Am Vorderrande der tief napfförmigen Schale ein Ausschnitt. *E. elongata* Costa, Adria und Mittelmeer.

Fam. *Haliotidae,* Seeohren. Schale flach, ohrförmig, innen perlmutterglänzend, mit einer Reihe von Löchern an der linken Seite. In der linksseitigen Athemhöhle liegen zwei Kiemen, Fuss gefranst mit breiter Sohle. Kopf mit zwei langen Fühlern und kurz gestielten Augen (Fig. 673).

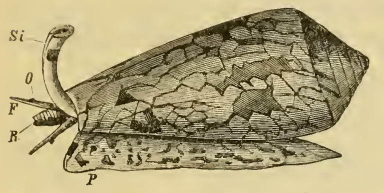
Haliotis L. Spira der Schale klein und flach. *H. tuberculata* L., Adria und Mittelmeer.

3. Unterordnung. *Ctenobranchia.* (Anisobranchia e. p.) Mit mächtiger, links gelegener Kieme von kammförmiger Gestalt (Fig. 669). Sehr allgemein ist eine Spiralschale vorhanden (Fig. 675). Die Männchen besitzen einen rechtsseitigen Penis. Die meisten sind Fleischfresser und im Besitze eines vorstülpbaren Rüssels.

1. *Rhipidoglossa.* Jede Querreihe der Radula mit zahlreichen, fächerförmig geordneten Seitenplatten (Fig. 667 *b*). Herz vom Mastdarm durchbohrt. Hierher gehören die *Trochidae,* Kreiselschnecken. *Turbo* L., *T. rugosus* Lam., *Trochus* L., *Tr. varius* L., Adria und Mittelmeer; ferner die *Neritidae. Nerita* L., *N. rugata* Recl., *N. (Neritina) fluviatilis* L., Süsswasserform. *Navicella* Lam., *N. elliptica* Lam.

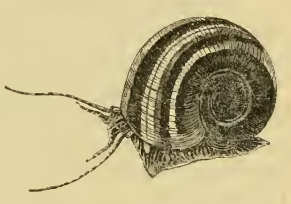
2. *Ptenoglossa.* Ohne Athemsipho, Schale mit ganzrandiger Mündung, ohne Ausschnitt oder Canal. Die Zunge ist mit Reihen zahlreicher kleiner Haken bewaffnet und entbehrt der Mittelplatten. *Janthinidae. Janthina bicolor* Menke, Mittelmeer. *Solariidae,* Perspectivschnecken. *Scalaria communis* Lam., *Sc. pretiosa* Lam., echte Wendeltreppe, Ostindien. *Solarium perspectivum* Phil., Mittelmeer.

Fig. 675.



Conus textilis (règne animal). *R* Rüssel, *Si* Sipho, *F* Fühler, *O* Auge, *P* Fuss.

Fig. 676.


Ampullaria cornu arietis (règne animal).

3. *Rhachiglossa.* Mit langem, von der Basis aus umstülpbarem Rüssel. Die Zunge lang und schmal, mit höchstens drei Platten in jeder Querreihe, einer bezahnten Mittelplatte und Zwischenplatten jederseits, die sich oft auf blosse Haken reduciren, aber auch fehlen können. Alle besitzen einen Sipho und sind Raubschnecken. Hierher gehören die *Volutidae,* Faltenschnecken. *Voluta undulata* Lam., Neuseeland. *V. vespertilio* L., Ostindien. *Cymbium aethiopicum* L. *Olividae. Oliva utriculus* Lam., Indischer Ocean. *Ancillaria* Lam., *Harpa ventricosa* Lam., Neuguinea. *Muricidae (Canaliferae). Murex brandaris* L., *M. trunculus* L., Mittelmeer. *Fusus australis* Quoy. Gaim., *Columbella mercatoria* L., Atlantischer Ocean. *Buccinidae. Buccinum undatum* L., *Nassa reticulata* L., Mittelmeer. *Purpura lapillus* L., Nordsee. *Magilus antiquus* Montf., Rothes Meer (Fig. 661).

4. *Toxoglossa.* Zunge mit zwei Reihen langer hohler Haken, welche aus dem Munde pfeilartig vorgestreckt werden können. Alle besitzen einen Sipho, die meisten ernähren sich räuberisch von Seethieren. Fam. *Conidae,* Kegelschnecken (Fig. 675). *Conus mediterraneus* Brug., Adria und Mittelmeer. *C. literatus* L., Ostindien. *Terebridae,* Schraubenschnecken. *Terebra dimidiata* Lam. *Pleurotomidae. Pleurotoma nodifera* Lam., *Cancellaria* Lam. *C. cancellata* Lam.

5. *Taenioglossa.* Radula in jeder Querreihe meist mit sieben Platten, sehr langgestreckt. Am Eingange des Mundes finden sich meist zwei kleine Kiefer.

Holostom sind: Die *Littorinidae,* Strandschnecken. *Littorina littorea* L., europ. Meere. *Rissoa* Frem. *Cyclostomidae.* Athmen Luft wie die Lungenschnecken durch Gefässe der Athemhöhle. Leben auf dem Lande. *Cyclostoma elegans* Drap. *Paludinidae,* Flusskiemenschnecken. *Paludina vivipara* L., *P. impura* Lam. *Melaniidae,* Süsswasserbewohner. *Melania variabilis* Bens., Ganges. *Turritellidae,* Thurmschnecken. *Turritella communis* Risso, Adria und Mittelmeer. *Vermetidae,* Wurmschnecken. *Vermetus arenarius* L., *V. triqueter* Phil., Mittelmeer. *Cerithiidae* *Cerithium laeve* Quoy Gaim. *C. vulgatum* Brug., Mittelmeer. *Valvatidae. Valvata piscinalis* O. Fr. Müll. Hermaphroditisch. Süsswasserbewohner.

Siphonostom sind: Die *Cypraeidae,* Porzellanschnecken. *Cypraea tigris* Lam. Wärmere östliche Meere. *C. moneta* L., Kaurimuschel. *Tritoniidae,* Tritonshörner. *Tritonium variegatum* Brug., *Ranella gigantea* Lam. *Doliidae. Cassis cornuta* Lam. *Dolium galea* L., Mittelmeer. Das Secret der umfangreichen Speicheldrüsen enthält freie Schwefelsäure. *Strombidae (Alata),* Flügelschnecken. Der Fuss dient zum Sprunge. *Strombus Isabella* Lam., *Pteroceras lambis* Lam., *Rostellaria rectirostris* Lam. *Naticidae. Natica ampullaria* Lam., *N. millepunctata* Lam., Mittelmeer. *Sigaretus haliotoideus* L., Atlantischer Ocean. Ferner die in Synapta digitata parasitisch lebende *Entoconcha mirabilis* Joh. Müll. *Ampullariadae,* Doppelathmer. Thier mit Kiemen- und Lungenhöhle. Leben in Flüssen. *Ampullaria celebensis* Quoy., *A. cornu arietis* Sow. (Fig. 676).

3. Ordnung. **Heteropoda**[1], **Kielfüsser.**

Pelagische Gastropoden mit flossenähnlichem Fuss, grossem, schnauzenförmig vortretendem Kopf und hoch entwickelten beweglichen Augen, getrennten Geschlechtes.

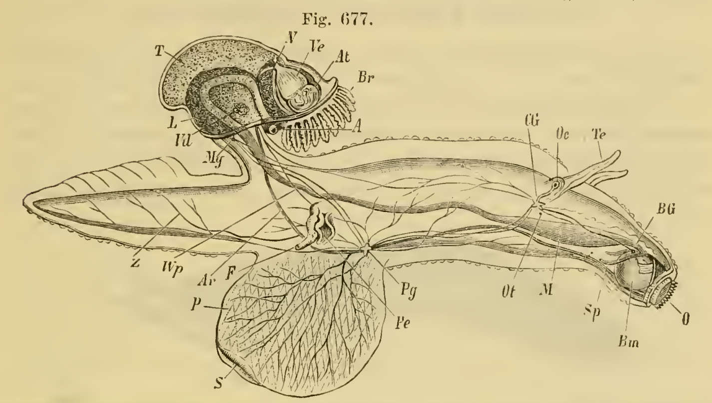
Der Körper der Heteropoden ist meist gestreckt cylindrisch und verlängert sich in einen rüsselförmig vorragenden Kopf, welcher grosse, hoch entwickelte Augen und Fühler trägt und eine kräftig bewaffnete, vorstülpbare Zunge in sich einschliesst (Fig. 667 *a*). Die Haupteigenthümlichkeit des Leibes beruht auf der Bildung des Fusses, welcher ein flossenförmiger Schwimmlappen *(Pterygopodium)* ist, an dem sich die Kriechsohle des Gasteropodenfusses als Saugnapf erhalten findet, während der hintere Abschnitt desselben sich bedeutend streckt und weit nach hinten gerückt die schwanzartige Fortsetzung des Rumpfes bildet (Fig. 677). Der Rumpf stellt entweder in seiner Hauptmasse einen spiraligen, von Mantel und spiraliger Schale umschlossenen Eingeweidesack dar *(Atlanta),* oder bildet nur ein sackartig vortretendes Eingeweideknäuel an der Grenze des hinteren Fussabschnittes, welches vom Mantel und von einer hutförmigen Schale bedeckt wird *(Carinaria),* oder endlich das Eingeweideknäuel verkümmert zu einem sehr kleinen, kaum vorspringenden Nucleus, welcher, nach vorne von einer metallglänzenden Haut überzogen, der Schale vollkommen entbehrt *(Pterotrachea).*

Das Nervensystem erlangt die höchste Entwicklung unter den Gastropoden überhaupt. Die zwei grossen Augen liegen neben den Fühlern in be-

[1]) Souleyet, Hétéropodes. Voyage autour du monde exécuté pendant les années 1836 et 1837 sur la corvette la Bonite etc. Tom. II, Paris 1852. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen. Heft III, Giessen 1854. C. Gegenbaur, Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1854. H. Fol, Sur le développement des Hétéropodes. Arch. de Zool. expér., Tom. V, 1876. C. Grobben, Zur Morphologie der Heteropoden. Arb. a. d. zool. Inst. Wien 1888.

sonderen Kapseln, in denen sie durch mehrere Muskeln bewegt werden. Die grosse *Gehörblase* empfängt vom Gehirn einen langen Hörnerven und ist nicht nur durch die merkwürdigen Schwingungen der langen Wimperbüschel ihres Epithels, sondern durch das Verhalten der Nervenzellen (Haarzellenkreise der Macula acustica im Umkreis einer grossen Centralzelle) ausgezeichnet (Fig. 113). Dazu kommen noch als weitere Sinnesorgane zahlreiche eigenthümliche Nervenendigungen der Haut zur *Tastempfindung* und das sog. *Wimperorgan* an der Vorderseite des Eingeweidesackes. Dasselbe bildet eine bewimperte Grube, unter welche die Ganglienanschwellung eines vom Visceralganglion entspringenden Nerven tritt, und gilt als *Geruchsorgan*. Die Männchen unterscheiden sich durch den Besitz eines grossen, an der

Fig. 677.



Männchen von *Carinaria mediterranea*, nach Souleyet, Gegenbaur und Keferstein. *P* Fuss, *S* Saugnapf, *O* Mund, *Bm* Buccalmasse, *M* Magen, *Sp* Speicheldrüsen, *L* Leber, *A* After, *CG* Cerebralganglion, *Te* Tentakeln, *Oc* Augen, *Ot* Gehörblasen, *BG* Buccalganglion, *Pg* Pedalganglion, *Mg* Mantelganglion, *N* Niere, *Br* Kiemen, *At* Atrium, *Ve* Ventrikel, *Ar* Körperarterie, *Z* hinterer Ast derselben, *T* Hoden, *Vd* deferens, *Wp* Wimperrinne, *Pe* Penis, *F* Flagellum mit Drüse.

rechten Körperseite frei hervorragenden Begattungsorganes, wozu noch bei *Pterotrachea* der Saugnapf des Fusses hinzukommt, welcher aus der muskulösen Sohle des Fusses hervorgegangen (Souleyet), bei *Atlanta* und *Carinaria* in beiden Geschlechtern auftritt. Hoden und Ovarien (Fig. 126) erfüllen den hinteren Theil des Eingeweidesackes und liegen mit ihren Follikeln theilweise in der Leber eingebettet. Samenleiter sowohl als Eileiter münden an der rechten Körperseite, der erstere in weiter Entfernung vom Begattungsorgan, zu welchem das Sperma von der Geschlechtsöffnung aus durch eine Wimperrinne hingeleitet wird. Das Begattungsorgan besteht aus zwei nebeneinander liegenden Theilen, dem Penis mit der Fortsetzung der Wimperrinne und der Drüsenruthe, deren Ende eine längliche Drüse einschliesst. Der Eileiter erhält dadurch eine complicirtere Gestaltung, dass er eine grosse Eiweissdrüse und eine Samentasche aufnimmt, während sein erweitertes Ende als Scheide fungirt.

Die Heteropoden sind durchwegs pelagische Thiere, die oft schaarenweise in den wärmeren Meeren auftreten. Sie bewegen sich ziemlich schwerfällig mit nach oben gekehrter Bauchfläche durch Hin- und Herschlagen des gesammten Körpers und der Flosse. Alle ernähren sich vom Raube. Beim Hervorstrecken der eingerollten Zunge klappen sich die Seitenzähne zangenähnlich auseinander und werden bei dem Einziehen der Zunge wieder zusammengeschlagen. Mittelst dieser Greifbewegungen werden kleine Seethiere erfasst und in den Rachen hineingezogen.

Fam. *Pterotracheidae. Carinaria mediterranea* Lam. (Fig. 677). *Pterotrachea coronata* Forsk., Mittelmeer.

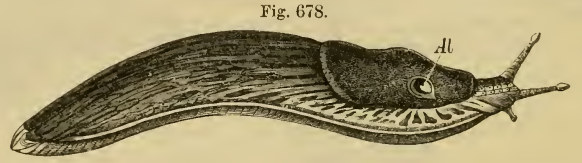
Fam. *Atlantidae. Atlanta Péronii* Less., Mittelmeer.

4. Ordnung. **Pulmonata**[1]**, Lungenschnecken.**

Land- und Süsswasserschnecken ohne Kiemen in der mit Luft gefüllten Mantelhöhle, mit vor der Herzkammer gelegenem Vorhof, Hermaphroditen.

Die Manteldecke ist wie bei den *Cyclostomiden* mit einem Luft respirirenden Netzwerk von Gefässen ausgestattet und mündet durch ein Athemloch rechtsseitig nach aussen (Fig. 678). Die Süsswasserpulmonaten füllen im Jugendzustande ihre Athemhöhle mit Wasser, später erst mit Luft. Einige

Fig. 678.



Arion empiricorum (règne animal). *Al* Athemloch.

Planorbis- und *Limnaeus-*Arten bewahren sich das Anpassungsvermögen an Luft- und Wasserathmung zeitlebens (Limnaeen, deren Lungen mit Wasser gefüllt waren, wurden aus sehr bedeutender Tiefe des Bodensees heraufgezogen). Neben dem Athemloch, eventuell noch in der Athemhöhle liegen After und Nierenöffnung. Weit vor demselben, aber an gleicher Seite münden die Geschlechtsorgane. Bei den linksgewundenen Formen liegen Athemloch, After und Geschlechtsöffnung linksseitig. Einige Pulmonaten sind nackt oder besitzen Rudimente von Schalen in der Rückenhaut, andere tragen ein verhältnissmässig dünnes, meist rechtsgewundenes Gehäuse. *Physa, Planorbis* und *Clausilia,* sodann *Achatina* sind linksgewunden. Ein wahrer Deckel fehlt, dagegen wird von manchen zeitweilig ein Winterdeckel ausgeschieden.

Während die Pulmonaten mit den Prosobranchien die Lage der Respirationsorgane und somit des Vorhofes vor dem Ventrikel der Herzkammer

[1]) L. Pfeiffer, Monographia Heliceorum viventium. Leipzig 1848—1869. Derselbe, Monographia Auriculaceorum viventium. Cassel 1856. A. Rossmässler, Iconographie der Land- und Süsswassermollusken Europas. Leipzig 1835—1859. Férusac et Deshayes, Histoire naturelle générale et particulière des Mollusques terrestres et fluviatiles. Paris 1829—1851.

gemeinsam haben, schliessen sie sich in anderen Organen, wie im Nervensystem, den Opisthobranchien an, bei welchen die Ganglien dicht gedrängt liegen (Fig. 662 *b*), und sind orthoneur. Das Gebiss besteht aus einem unpaaren hornigen, meist längsgerippten Oberkiefer (der aber auch fehlen kann) und aus einer Radula, welche mit einer grossen Zahl von Zahnplättchen in Längs- und Querreihen bedeckt ist. Alle sind Zwitter. Wenige, wie *Clausilia-* und *Pupa-*Arten, gebären lebendige Junge. Die übrigen Lungenschnecken dagegen legen Eier ab, und zwar entweder wie die Süsswasserschnecken in schlauchförmigen oder flachen Laichmassen an Wasserpflanzen, oder wie die Landschnecken, einzeln von einer schützenden Kalkschale umgeben, an feuchten Oertlichkeiten. Stets liegt der Eidotter in einer mächtigen Eiweissmasse, die dem sich entwickelnden Embryo zur Ernährung dient.

I. *Basommatophora.* Die Augen liegen am Grunde zweier Fühler. Zeigen vielfache Uebereinstimmung mit den Tectibranchien.

Fam. *Limnaeidae. Limnaeus auricularis* Drap., *L. stagnalis* O. Fr. Müll., Teichhornschnecke. *Physa fontinalis* L., *Planorbis corneus* L., *Ancylus fluviatilis* Blainv.

Fam. *Auriculidae. Auricula Judae* Lam., *A. Midae* Lam., *Carychium minimum* O. Fr. Müll.

II. *Stylommatophora.* Die Augen liegen an der Spitze zweier meist retractiler Fühler.

Fam. *Peroniadae (Amphipneusta).* Sind opisthobranch. *Peronia verrucalata* Cuv., *Veronicella* Blainv.

Fam. *Limacidae,* Nacktschnecken. *Arion* Fér. Geschlechtsöffnung unter dem Athemloch vor der Mitte des Brustschildes. Rücken nicht gekielt, mit Schwanzdrüse und Schleimloch am Körperende. *A. empiricorum* Fér. (Fig. 678), *Limax* L., Athemloch hinter der Mitte des rechten Mantelrandes. Geschlechtsöffnung weit davon entfernt hinter den rechten Fühlern. Rücken gekielt, ohne Schwanzdrüse und Schleimloch. *L. agrestis* L., *L. cinereus* O. Fr. Müll.

Fam. *Helicidae. Succinea amphibia* Drap., Bernsteinschnecke. *Pupa muscorum* L., *Clausilia bidens* Drap., *Bulimus montanus* Drap., *Helix pomatia* L., grosse Weinbergschnecke (Fig. 659). *H. nemoralis* L. *Achatina* Lam. (linksgewunden). *A. zebra* Lam. Madagascar.

5. Ordnung, **Opisthobranchia** [1]), **Opisthobranchien.**

Hermaphroditische Schnecken mit söhligem Fuss, deren Kiemenvenen hinter der Herzkammer in den Vorhof einmünden.

Umfasst vorwiegend marine Nachtschnecken mit wenig veränderter Symmetrie und median gelegenem After. Die Kiemenhöhle ist rechts gelegen und enthält eine meist freiliegende Kammkieme (Fig. 679). Dieselbe kann jedoch fehlen. Zuweilen erheben sich kiemenartige Fortsätze am Rücken, in welche Darmanhänge eintreten (Fig. 680) oder es umstellen die Kiemen rosettenförmig den After (Fig. 681). Am Nervensysteme liegen Cerebral-, Pedal- und Visceralganglien dicht gedrängt. Die Visceralcommissur

[1]) J. Alder und A. Hancock, A Monograph of the British Nudibranchiate Mollusca. London 1850—1851. H. Müller und C. Gegenbaur, Ueber Phyllirhoë bucephalum. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. IV, 1854. P. Pelseneer, Recherches sur divers Opisthobranches. 1894. Ferner die Schriften von Rud. Bergh u. H. v. Ihering u. A.

bleibt ungekreuzt (*Actaeon* ausgenommen). Die Kiemenvene mündet, von wenigen Ausnahmen *(Gastropteron)* abgesehen, von hinten in das Herz ein.

1. Unterordnung. *Tectibranchia.* Mit einer fast ausnahmslos rechts gelegenen Kieme, die vom Mantelrande überragt wird oder in einer dorsalen Kiemenhöhle liegt. Schale meist vorhanden.

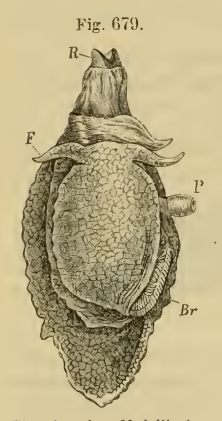
Fam. *Pleurobranchidae.* Mit grosser rechtsseitiger Kieme und meist innerer, rudimentärer Schale. *Pleurobranchaea Meckelii* Cuv. (Fig. 679). *Pleurobranchus aurantiacus* Cuv., *Umbrella mediterranea* Lam., Mittelmeer.

Fam. *Aplysiadae,* Seehasen. Schalen von zwei Lappen des Fusses überschlagen. *Aplysia depilans* L., Mittelmeer.

Fam. *Bullidae.* Mit äusserer oder innerer Schale, Fuss mit Seitenlappen. *Bulla ampulla* L., *Philine aperta* L., *Gastropteron Meckelii* Kosse, Mittelmeer. *Acera bullala* O. Fr. Müll.

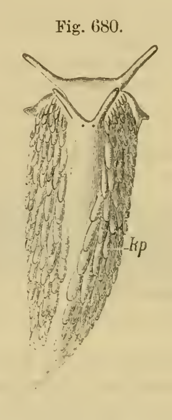
2. Unterordnung. *Nudibranchia.* Marine Nacktschnecken, deren Kiemen frei an der Rückenfläche stehen und Darmfortsätze aufnehmen können.

Fig. 679.



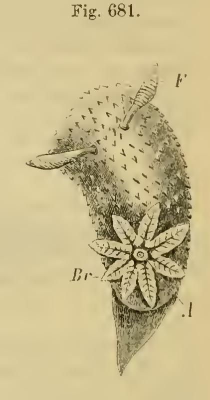
Pleurobranchaea Meckelii (règne animal). *Br* Kieme, *P* Penis, *F* Fühler, *R* Rüssel.

Fig. 680.



Aeolis papillosa (aus Bronn). *Kp* Rückenpapillen.

Fig. 681.



Doris (Acanthodoris) pilosa (Bronn). *Br* Kiemen, *A* After, *F* Fühler.

Fam. *Tritoniadae.* Kiemenanhänge in zwei Längsreihen am Rücken. *Tritonia Hombergii* Cuv., *Scyllaea pelagica* L. Hier schliesst sich auch *Tethys fimbriata* L. an, mit concentrirter Ganglienmasse, ohne Radula und Mundmasse.

Fam. *Dorididae.* Kiemen im Umkreis des Afters (Fig. 681). *Doris coccinea* Forb. *D. tuberculata* Cuv., Adria und Mittelmeer. *Polycera quadrilineata* O. Fr. Müll.

Fam. *Aeolididae.* Am Rücken mit zahlreichen Fortsätzen, in welche Ausläufer des Darmes eintreten *(Phlebenterata). Aeolis papillosa* L. (Fig. 680), *Tergipes Edwardsi* Nordm. *Doto coronata* Gm. Hier schliessen sich *Phyllirhoë bucephalum* Pér. (ohne Fuss) und die *Phyllidiiden* an.

3. Unterordnung. *Sacoglossa.* Ohne Schale. Kiemen fehlen oder sind einfache Anhänge der Rückenhaut. Die Radula mit einer einzigen Reihe Zahnplatten, von denen die vorderen nach ihrer Abnützung in eine am Boden der Mundhöhle entwickelte Tasche fallen.

Fam. *Limapontiadae. Limapontia* (*Pontolimax* Crpl.) *atra* Johnst.

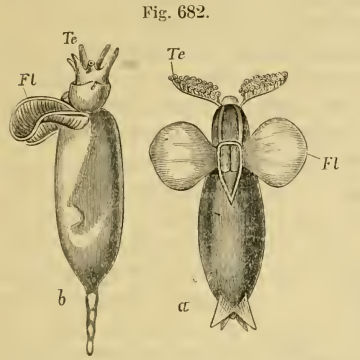
Fam. *Elysiadae. Elysia viridis.* Montg., Mittelmeer.

6. Ordnung. **Pteropoda**[1]), **Flossenfüsser.**

Hermaphroditische Gastropoden mit zwei grossen flügelförmigen Flossen, häufig mit Kopfkegeln.

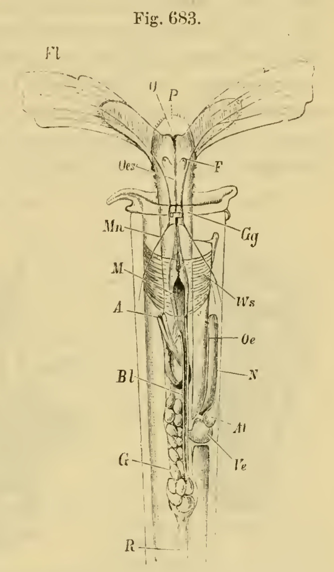
Der Körper ist bald länglich gestreckt, bald mit seinem hinteren Theile spiralig eingerollt. Am vorderen Abschnitt, welcher Mund und Fühler trägt, aber kaum scharf als Kopf abgesetzterscheint, treten unterhalb des Mundes zwei grosse seitliche Flossen hervor, wie solche auch bei *Gastropteron* unter den Opisthobranchien vorkommen, Flossen, welche morphologisch den paarigen Fussabschnitten entsprechen *(Epipodien)* und durch flügelartige Schwingungen die Bewegung des Thieres bewerkstelligen, während der unpaare Theil des Fusses mehr oder minder verkümmert ist, bei den *Limaciniden* aber noch einen Deckel trägt. Der Körper bleibt entweder nackt (Fig. 682) und ohne Mantel, oder sondert ein sehr verschieden gestaltetes, horniges oder kalkiges, fast immer symmetrisches Gehäuse ab, in welches er sich mit den Flossen meist vollständig zurückziehen kann. Im letzteren Falle ist der Mantel wohl entwickelt und umschliesst den grössten Theil des Körpers bis in die Gegend der Flossen, hinter denen der spaltförmige Eingang in die ventrale Mantel-

Fig. 682.



a Pneumodermon violaceum von der Bauchseite (aus Bronn). *b Clione australis* von der Seite (règne animal). *Fl* Flossen, *Te* Tentakeln.

Fig. 683.



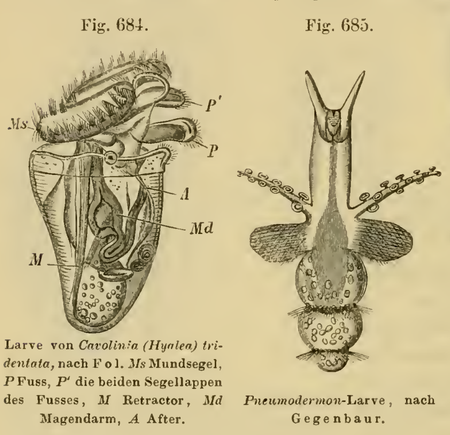
Creseis acicula von der Rückenseite, nach Gegenbaur. Der hintere Theil weggelassen. *Fl* Flossen, *P* Mittellappen des Fusses, *F* Fühler, *Gg* Gehirnganglion, *Mn* Mantelnerv, *Ws* Wimperschild, *O* Mund, *Oes* Oesophagus, *M* Magen, *Bl* Blindsack des Magens, *A* After, *N* Niere, *Oe* Mündung derselben in der Mantelhöhle, *At* Atrium, *Ve* Ventrikel, *G* Geschlechtsdrüse, *R* Retractor.

---

[1]) Rang et Souleyet, Histoire naturelle des Mollusques Ptéropodes. Paris 1852. C. Gegenbaur, Untersuchungen über die Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1855. A. Krohn, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1860. H. Fol, Sur le développement des Ptéropodes. Arch. de Zool. expér., Tom. IV, 1875.

höhle liegt. In einigen Fällen *(Cymbuliidae)* ist die Schale eine innere und von gallertig knorpeliger Beschaffenheit. Die Haut enthält in der Regel Kalkconcretionen, Hautdrüsen und Pigmentzellen, welche dem Körper eine dunkelbraune, zuweilen bräunliche oder röthliche Färbung verleihen können.

Die Mundöffnung wird zuweilen von mehreren armförmigen *(Clio)* oder mit Saugnäpfen besetzten *(Pneumodermon)* Fortsätzen, den Kopfkegeln, umstellt (Fig. 682). Dieselbe führt in eine mit Kiefern und bezahnter Reibplatte bewaffnete Mundhöhle, in deren Grund die lange Speiseröhre beginnt (Fig. 683). Dann folgt ein erweiterter Magen und ein langer, mehrfach gewundener Darm, welcher, von Leberdrüsen umlagert, seitwärts wieder nach vorne umbiegt. Die Afteröffnung findet sich in der Regel an der rechten Seite innerhalb der Mantelhöhle, nahe an deren vorderem Rande. Die Kreislaufsorgane reduciren sich auf arterielle Gefässe, deren Hauptstamm aus der kugeligen Herzkammer entspringt. Die venösen Gefässe werden durch ein wandungsloses Lacunensystem der Leibeshöhle ersetzt, in welches die offenen Enden der Arterien einmünden. Aus dem Lacunensystem kehrt das Blut durch die Respirationsorgane nach der Vorkammer des Herzens zurück. Die Respirationsorgane, sofern dieselben nicht durch die gesammte Haut vertreten werden *(Clio)*, sind entweder äussere blattförmige Kiemenanhänge *(Pneumodermon)* am hinteren Körperende oder, bei den Gehäuse tragenden Formen, innere Kiemen der Mantelhöhle, deren Eingang mit eigenthümlichen Flimmerleisten ausgekleidet ist. Immerhin bleiben die Kiemen wenig entwickelt und entweder auf faltenartige Erhebungen der bewimperten Mantelwandung oder auf diese selbst reducirt. Die Niere ist ein länglich gestreckter, contractiler Sack, welcher mit dem Pericardialraum durch einen Wimpertrichter communicirt und durch eine verschliessbare Oeffnung in die Mantelhöhle oder direct nach aussen führt. Das Nervensystem schliesst sich dem der höher stehenden Opisthobranchien an. Das Cerebralganglion innervirt auch die Kopfkegel. Von Sinnesorganen treten überall zwei *Gehörblasen* auf; *Augen* fehlen oder bleiben ganz rudimentär. Als solche werden die rothen Pigmentflecken *(Hyalea)* am Eingeweidesack nahe dem Schlundring und an den Nackenfühlern *(Clio)* gedeutet. Als Tastorgane sind zwei kleine Fühler *(Hyalea, Cymbulia)*, sowie die grösseren,



Larve von *Cavolinia (Hyalea) tridentata*, nach Fol. *Ms* Mundsegel, *P* Fuss, *P'* die beiden Segellappen des Fusses, *M* Retractor, *Md* Magendarm, *A* After.

Pneumodermon-Larve, nach Gegenbaur.

zuweilen mit Saugnäpfen besetzten Kopfkegel *(Clio, Pneumodermon)* aufzufassen. Die Pteropoden sind Zwitter. Die Ovarien und Hoden vereinigende Zwitterdrüse (Fig. 128) liegt neben dem Herzen hinter dem Magen im Eingeweidesack und besitzt gewöhnlich einen gemeinsamen Ausführungsgang, welcher in seinem Verlaufe nicht nur eine Samenblase bildet, sondern auch eine Art Eiweissdrüse nebst Receptaculum seminis aufnimmt und meist rechtsseitig vor dem After nach aussen mündet. Der Penis liegt zuweilen in dem Endtheile des Ausführungsganges, bei den *Hyaleiden* und *Cymbuliiden* erhebt sich derselbe als faltig eingerollter, vorstülpbarer Schlauch vor der Geschlechtsöffnung. Die Eier werden mit Eiweissumhüllungen in langen, runden Schnüren abgelegt, welche frei im Meere umhertreiben. Die Embryonen erhalten Segellappen und Schale und werden als schwärmende Larven frei (Fig. 684). Während der Rückbildung des Segels treten allmälig die beiden Flossen an dem zuerst gebildeten unpaaren Theile des Fusses hervor, während die Schale (mit Deckel) meist abgeworfen wird. Die *Hyaleiden* scheinen die embryonale Schale weiter zu bilden, die *Cymbuliiden* dagegen durch eine neue Körperschale zu ersetzen. Die gehäuselosen *Pneumodermoniden* und *Clioniden* wachsen nach Verlust der Segel und Schale nicht direct in das Geschlechtsthier aus, sondern erhalten zuvor drei Wimpergürtel und gehen so in ein neues Larvenstadium über (Fig. 685). Die Pteropoden leben durchweg auf hoher See, vermögen aber durch Zurückziehen der Segel in die Tiefe zu sinken.

1. Unterorduung. *Thecosomata.* Beschalte Pteropoden mit wenig ausgebildetem, oft nicht distinctem Kopf und rudimentären Tentakeln. Der rudimentäre unpaare Fussabschnitt bleibt mit den Flossen im Zusammenhang.

Fam. *Limacinidae.* Gehäuse spiralig, mit Deckel. Mantelhöhle dorsal. *Limacina arctica* Fabr.

Fam. *Hyaleidae.* Schale kalkig oder hornig, bauchartig aufgetrieben oder pyramidal, symmetrisch, mit spitzen Fortsätzen. *Hyalea tridentata* Lam., *Cleodora* Per. Les. *Creseis* Rang., *Cr. acicula* Rang., Mittelmeer (Fig. 683).

Fam. *Cymbuliidae.* Mit innerer, knorpelig gallertiger Schale von Nachen- oder Pantoffelform. *Cymbulia Peronii* Cuv., *Tiedemannia neapolitana* Van Ben., Mittelmeer.

2. Unterordnung. *Gymnosomata.* Nackte Pteropoden mit tentakeltragendem Kopf, oft mit äusseren Kiemen. Flossenlappen vom unpaaren Flussabschnitte getrennt. Larven mit Wimperreifen.

Fam. *Clionidae.* Körper spindelförmig, ohne Kiemen. *Clio borealis* Pall. Liefert mit *Limacina arctica* die Hauptnahrung der Walfische.

Fam. *Pneumodermonidae.* Körper spindelförmig, mit äusseren Kiemen und zwei ausstülpbaren, mit Saugnäpfen besetzten Armen vor den Flossen. *Pneumodermon violaceum* d'Orb. (Fig. 682 *a*).

V. Classe. Cephalopoda [1]), Kopffüsser.

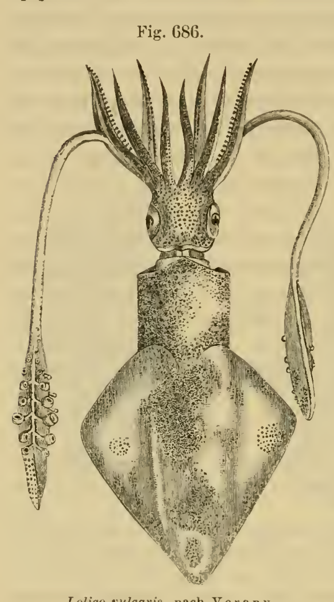
Mit scharf gesondertem Kopf, kreisförmig gestellten, Saugnäpfe tragenden Armen in der Umgebung des Mundes und trichterförmig durchbohrtem Fusse, getrennten Geschlechts.

---

[1]) Férussac et d'Orbigny, Histoire naturelle générale et particulière des Céphalopodes acétabulifères vivants et fossiles. Paris 1835—1845. J. B. Verany, Mollusques

Die Cephalopoden schliessen sich in ihrer Körpergestalt am nächsten an die Pteropoden an, deren morphologische Beziehungen zuerst R. Leuckart eingehend erörterte. Derselbe zeigte, dass die Kopfkegel von *Clio* den Kopfarmen der Cephalopoden entsprechen, während der als Halskragen sich darstellende mittlere Lappen des Fusses das Aequivalent des Trichters sei. Huxley ist dieser Auffassung entgegengetreten, indem er die Arme auf Theile des unpaaren Fussabschnittes zurückführte, den Trichter aber, der durch Verwachsung paariger Falten entsteht, den paarigen Elementen des Epipodiums, welche bei den Pteropoden die Segellappen bilden, gleichstellte. Die letztere Parallele ist gewiss richtig, dagegen die Zurückführung der Arme auf den unpaaren Fussabschnitt nicht zutreffend. R. Leuckart hat auch zuerst gezeigt, dass die Länge des Rumpfes als die Höhe desselben, somit sein äusserstes Ende als die Spitze des Rückens zu deuten ist, indem der anfangs flache, schildförmige Mantel thurmförmig in die Höhe wächst. Die sog. Rückenfläche des Rumpfes würde demnach als die vordere aufsteigende Fläche des Rückens, die sog. Bauchfläche als die hintere absteigende Fläche desselben anzusehen sein, die Lage des Afters das hintere Körperende bezeichnen.

Fig. 686.



Loligo vulgaris, nach Verany.

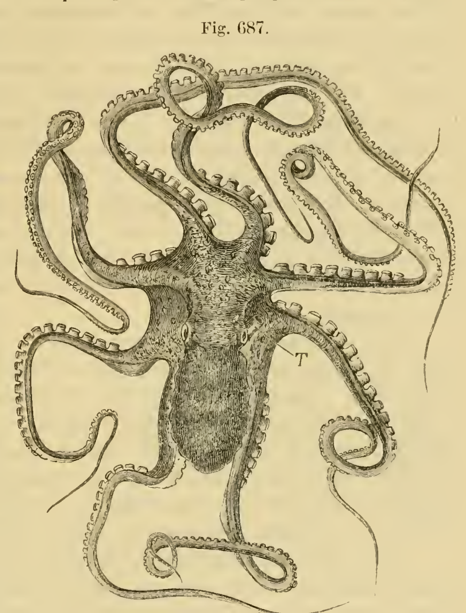
Auf der hinteren, in natürlicher Lage ventralen Seite des Leibes liegt die Mantelhöhle, welche jederseits eine oder zwei Kiemen einschliesst und ausser dem After die paarigen Nierenöffnungen und die bald einfache, bald paarige Geschlechtsöffnung aufnimmt. An den Seiten trägt der Kopf die Augen und die Geruchsorgane; vorne in der Umgebung des Mundes erheben sich vier Paare im Kreise gestellter fleischiger Kopfarme, welche sowohl zum Kriechen und Schwimmen, als zum Ergreifen und Fangen der Beute dienen und an ihrer dem Munde zugewandten Fläche meist eine oder

méditerranés observés, décrits, figurés et chromolithographiés d'après le vivant. I[e] Partie. Céphalopodes de la Méditerranée. Gênes 1847—1851. H. Müller, Ueber das Männchen von Argonauta argo und die Hectocotylen. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1855. Jap. Steenstrup, Hectocotylus dannelsen hos Octopodsl. etc. K. Danks. Vidensk. Selskabs Skrifter, 1856. Uebers. im Archiv für Naturgesch., 1856. A. Kölliker, Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844. J. Brock, Versuch einer Phylogenie der dibranchiaten Cephalopoden. Morph. Jahrb., Bd. VI, 1880. C. Grobben, Morphologische Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat etc. der Cephalopoden. Arb. des zool. Institutes Wien, Bd. V, 1884.

zwei Reihen von Saugnäpfen tragen. Dazu tritt bei den *Decapodiden* ein Paar sehr langer Tentakeln oder Fangarme hinzu (Fig. 686). Bei manchen Formen *(Octopodiden)* findet sich zwischen der Basis der Arme eine Haut ausgespannt, durch welche vor der Mundöffnung ein Trichter entsteht, dessen Raum bei der Bewegung verengt und erweitert wird (Fig. 687). Andere *(Decapodidae)* bedienen sich zum Schwimmen zweier flossenförmiger Hautanhänge des Rumpfes.

Bei *Nautilus*, dem einzigen lebenden Repräsentanten der Vierkiemer, findet sich statt der acht Arme ein Kranz zahlreicher Tentakeln. Dieselben wurden von Valenciennes morphologisch als Saugnäpfe gedeutet, wohingegen die Arme faltenartige Lappen am Grunde der Tentakeln bilden sollen. Andere betrachten jeden Tentakel als besonderen Kopfarm.

Fig. 687.



Octopus macropus, kriechend, nach Verany. *T* Trichter.

Der *Trichter* erhebt sich an der Bauchseite aus der breiten, seitlich durch Saugnäpfe verschliessbaren Mantelspalte und erscheint als eine cylindrische, nach vorne verengte, bei *Nautilus* an der unteren Seite gespaltene Röhre, welche mit ihrer breiten Basis in der Mantelhöhle beginnt und von hier sowohl das durch die Mantelspalte eingedrungene Athemwasser, als mit diesem die Excremente und Geschlechtsstoffe nach aussen entfernt. Zugleich dient derselbe im Verein mit der kräftigen Mantelmuskulatur als Locomotionsorgan. Indem das Athemwasser durch die Contraction des Mantels — bei festem, zuweilen durch Knorpelleisten unterstütztem Anschluss des Mantelrandes an die Basis des Trichters — durch den Trichter stossweise entleert wird, schiesst das Thier in Folge des Rückstosses nach rückwärts im Wasser fort. Im Innern des Trichters findet sich bei *Nautilus* und den meisten *Decapodiden* eine Klappe.

Viele Cephalopoden *(Octopodiden)* bleiben nackt, andere *(Decapodiden)* bergen ein inneres Schalenrudiment, verhältnissmässig wenige *(Argonauta, Nautilus)* besitzen eine äussere spiralgewundene Schale. Jenes liegt in einer Rückentasche des Mantels und ist meist eine flache, lanzettförmige spongiöse

Kalkschulpe *(Os sepiae)*. Die äussere Schale bleibt nur ausnahmsweise dünn und einfach *(Argonauta)*, in der Regel erscheint sie spiral gewunden und durch Querscheidewände in eine Anzahl hintereinander liegender Kammern getheilt, von denen nur die vorderste grösste dem Thiere zur Wohnung dient. Die übrigen, continuirlich sich verjüngenden Kammern sind mit Luft erfüllt, bleiben aber durch eine die Scheidewände durchsetzende centrale Röhre *(Sipho)*, welche ein Fortsatz des Thierkörpers durchzieht, mit diesem in Verbindung.

Die Unterhaut der Cephalopoden ist Sitz der merkwürdigen, das bekannte Farbenspiel veranlassenden *Chromatophoren*. Diese sind mit Pigment gefüllte Säcke, an deren Hülle sich zahlreiche Muskelfasern strahlenförmig befestigen. Contrahiren sich die letzteren, so bildet die Zelle sternförmige Ausläufer, in die sich der Farbstoff nach zahlreichen Richtungen peripherisch vertheilt. Bei der Expansion der Muskeln zieht sich die Zelle wieder zu ihrer kugeligen Form zusammen, und der Farbstoff concentrirt sich auf einen geringen Raum. In der Regel liegen zweierlei gefärbte Chromatophoren über und neben einander. Zu diesen, von einem besonderen Innervationscentrum (am Stiel des Ganglion opticum) abhängigen Gebilden, welche einen raschen Wechsel von blauen, rothen, gelben und dunkeln Farben veranlassen, kommt eine tiefer liegende Schicht kleiner glänzender Flitterchen, deren Interferenzfarben die Haut ihren eigenthümlichen Schiller und Silberglanz verdankt.

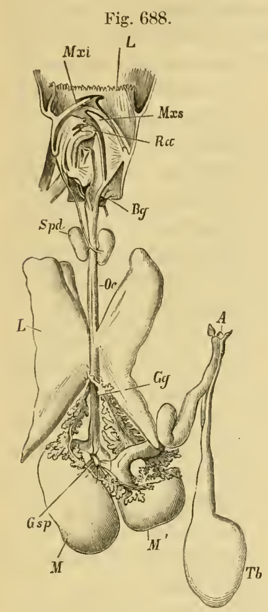
Die Cephalopoden besitzen auch ein *inneres Knorpelskelet*, welches zur Stütze der Muskulatur und zum Schutze des Nervencentrums und der Sinnesorgane dient. Dasselbe bildet bei den Dibranchiaten eine Knorpelkapsel, welche die Gehirnganglien nebst Schlundring, sowie das Gehörorgan umschliesst, während ihre Seitentheile den flachgewölbten Boden zur Augenhöhle darstellen. Dazu kommen noch *(Decapodiden)* Augenknorpel, ein sog. Armknorpel und Rückenknorpel, verschiedene Schliessknorpel zum Verschlusse des Mantels und Flossenknorpel als Stütze der Flossen.

Im Centrum der Arme liegt die Mundöffnung (Fig. 688), von einer ringförmigen Hautfalte, einer Art Lippe, umgeben und mit kräftigen Kiefern bewaffnet, welche als hornige Ober- und Unterkiefer in Gestalt eines umgekehrten Papageienschnabels hervorragen. Die an die Heteropoden erinnernde Radula trägt in jedem Gliede eine zahnartige Mittelplatte und jederseits drei lange, zum Einziehen der Nahrung geschickte Haken, zu denen auch noch flache zahnlose Platten hinzutreten können. Der Oesophagus nimmt meist zwei Paare von Speicheldrüsen auf und bleibt entweder eine einfache dünne Röhre, oder bildet *(Octopodiden)* vor dem Uebergange in den Magen eine kropfartige Erweiterung (Fig. 691). Der Magen hat eine meist kugelige Form, muskulöse Wandungen und eine innere, in Längsfalten oder Zotten erhobene Auskleidung. Neben der Uebergangsstelle in den Darm, selten in einiger Entfernung vom Magen, entspringt ein umfangreicher, zuweilen spiral gewundener Blindsack, welcher die Ausführungsgänge der mächtigen Leber aufnimmt. Einen Haufen

gelblicher Drüsenläppchen, welche am oberen Theile der Gallengänge aufsitzen, deutet man als Bauchspeicheldrüse *(Pankreas).* Dieselben ragen bei den *Decapodiden,* überzogen vom Nierenepithel, in den vorderen Sack der Niere. In seinem weiteren Verlaufe zeigt der Darm meist nur geringe Biegungen und mündet stets in der Mittellinie der Mantelhöhle durch den After aus.

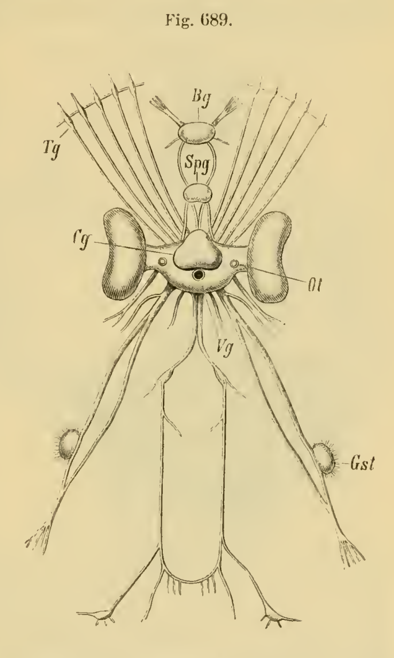
Das *Nervensystem* (Fig. 689) zeichnet sich durch die grosse Concentration und mächtige Entwicklung aus. Bei den *Dibranchiaten* bilden die

Fig. 688.



Verdauungsapparat von *Sepia*, nach W. Keferstein, combinirt. *L* Lippe, *Mxi*, *Mxs* unterer und oberer Kiefer, *Ra* Radula, *Bg* Buccalganglion, *Spd* Speicheldrüse, *Oe* Oesophagus, *L* Leber, *Gg* Gallengänge, *Gsp* Ganglion splanchnicum, *M* Magen, *M'* Magenblindsack, *A* After, *Tb* Tintenbeutel.

Fig. 689.



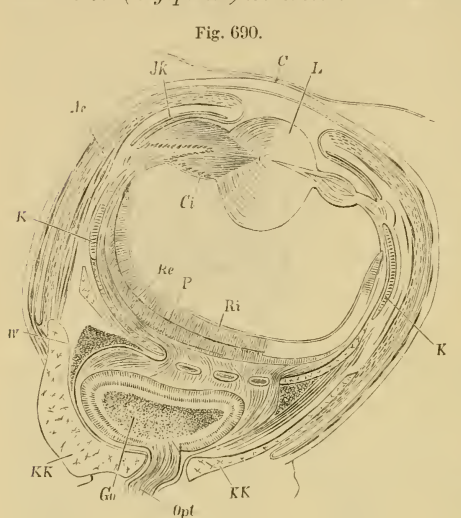
Nervensystem von *Sepia officinalis*, nach Ihering. *Cg* Cerebralganglion, *Vg* Visceralganglion, *Bg* Buccalganglion, *Spg* Suprapharyngealganglion, *Tg* Tentakelganglien, *Gst* Ganglion stellatum, *Ot* Gehörblasen.

Centren eine umfangreiche, in der Knorpelkapsel des Kopfes eingelagerte Ganglienmasse, durch welche die Speiseröhre hindurchtritt. Man unterscheidet eine obere und untere, durch zwei Commissuren verbundene Schlundportion. Die erstere entspricht dem Gehirn und entsendet die Sinnesnerven, sowie die Nerven der Buccalganglien. Die untere Portion enthält vornehmlich die Pedal- und Visceralganglien. Die letzteren geben eine grosse Zahl von Nerven zu dem Mantel, den Eingeweiden und den Kiemen ab. In den Verlauf dieser Nerven schieben sich noch das grosse *Ganglion stellatum* jederseits

im Mantel, ferner ein Ganglion der Hohlvene, zwei Kiemenganglien und das *Ganglion splanchnicum* ein.

Unter den Sinnesorganen treten die grossen Augen zur Seite des Kopfes hervor. Jeder Augenbulbus liegt in einer besonderen, theilweise von den Höhlungen des Kopfknorpels gebildeten Orbita und wird von einer festen Kapsel umschlossen, welche sich vorne in einen dünnen und durchscheinenden als Cornea bezeichneten Ueberzug fortsetzt. Dieser kann jedoch ganz fehlen *(Nautilus)* oder in anderen Fällen unter einer augenlidartigen Hautfalte ein kleines Loch *(Oigopsiden)* frei lassen, durch welches das Wasser in die vordere Augenkammer eintritt und in einen um die vordere Fläche des Bulbus in verschiedenem Umfange ausgedehnten Raum gelangt (Fig. 690). In seinem inneren Baue besitzt das Cephalopodenauge fast ganz dieselben Theile wie das Wirbelthierauge. Als wesentliche Abweichung von dem Auge der Wirbelthiere ist besonders die innere Lage der Stäbchenschicht, dann auch die Abschnürung des Ganglion opticum von der Retina hervorzuheben. Das Auge von *Nautilus* entbehrt der Linse und ist ein offener Becher.

Fig. 690.



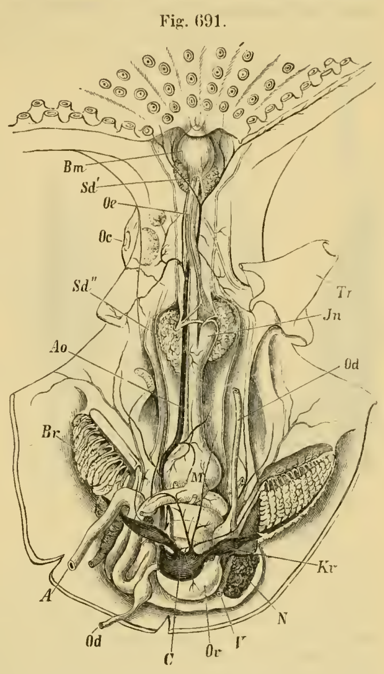
Horizontalschnitt durch das Auge von *Sepia*, schematisch nach Hensen. *KK* Kopfknorpel, *C* Cornea, *L* Linse, *Ci* Ciliarkörper, *Jk* Irisknorpel, *K* Augapfelknorpel, *Ac* Argentea externa, *W* weisser Körper, *Opt* Opticus, *Go* Ganglion opticum, *Re* äussere Schichte. *Ri* innere Stäbchenschichte der Retina, *P* Pigmentschichte derselben.

Die beiden Gehörsäckchen, jedes mit geschlossener Einstülpung, liegen im Kopfknorpel, und zwar bei den Dibranchiaten in besonderen Höhlungen desselben, dem sog. knorpeligen Labyrinthe. Dieselben erhalten von den Fussganglien aus ihre kurzen, im Gehirne wurzelnden Gehörnerven. Das *Geruchsorgan* liegt über dem Auge in Form einer mit Flimmerhaaren bekleideten Grube, bei *Nautilus* als kleine fühlerartige Erhebung.

Als *Respirationsorgane* finden sich an den Seiten des Eingeweidesacks in der Mantelhöhle entweder zwei *(Dibranchiaten)* oder vier *(Tetrabranchiaten)* gefiederte Kiemen, deren Oberfläche von einem beständig erneuerten Wasserstrome umstülpt wird. Das Herz liegt im hinteren Theile des Eingeweidesackes, der Spitze des Körpers mehr oder minder genähert, und nimmt seitlich ebenso viele Kiemenvenen (Vorhöfe) auf, als Kiemen vorhanden sind

(Fig. 691 und 692). Nach vorne entsendet dasselbe eine grosse Aorta *(Aorta cephalica)*, welche in ihrem Verlaufe starke Aeste an den Mantel, Darmcanal und Trichter abgibt und sich im Kopfe in Gefässstämme für Augen, Lippen und Arme auflöst. Ausserdem tritt aus dem Herzen eine hintere Eingeweidearterie aus. Die in allen Organen reich entwickelten Capillarnetze gehen theils in Blutsinus, theils in Venen über, welche sich in einer grossen vorderen und einer hinteren Hohlvene, sowie in seitlichen Venen sammeln. Jene spaltet sich gabelförmig in zwei oder vier das Blut zu den Kiemen führende Stämme, die sog. Kiemenarterien, deren Wandung vor ihrem Eintritt in die Kiemen einen kräftigen contractilen Muskelbelag erhält und (*Nautilus* ausgenommen) regelmässig pulsirende *Kiemenherzen* bildet. Ueberall finden sich in den Seiten des Abdomens paarige Nierensäcke mit je einer Ausmündung auf einer Papille des Mantelraumes (Fig. 693). Die vordere Wand der Säcke ist oberhalb der Venen vielfach in Form traubiger Läppchen eingestülpt (sog. Venenanhänge) (Fig. 692). Häufig *(Decapodidae)* verschmelzen die beiden Nierensäcke mit einander und stülpen sich überdies zu einem grossen unpaaren Nierensacke aus. Wie bei den übrigen Mollusken communiciren die Nieren mittelst des Nephridientrichters mit dem Pericardialsack, welcher einem Theil der secundären Leibeshöhle entspricht. Diese erscheint im Wesentlichen auf den Pericardialsack und die Höhle, in welche sich die Genitaldrüsen öffnen, reducirt.

Fig. 691.



Eingeweide von *Octopus vulgaris*, nach Entfernung der unteren Bauchhöhlenwand und Leber, nach M. Edwards. *Bm* Buccalmasse, *Sd'* oberes Speicheldrüsenpaar, *Oe* Oesophagus, *Sd''* unteres Speicheldrüsenpaar, *Jn* Kropf, *M* Magen, *A* Ende des zurückgeschlagenen Afterdarmes, *Oc* Auge, *Tr* Trichter, *Br* Kiemen, *Ov* Ovarium, *Od* Oviducte, *N* Nieren, *Kv* abführende Kiemenvene, *V* Vene, *C* Herz, *Ao* Aorta.

Ein sehr verbreitetes *Excretionsorgan* ist der sog. Tintenbeutel, ein birnförmiger Sack, dessen stielförmiger Ausführungsgang neben dem After nach aussen mündet und eine intensive schwarze Flüssigkeit entleert, welche den Leib des Thieres wie eine schwarze Wolke einhüllen und vor Nachstellungen grösserer Seethiere schützen kann. Weiters findet sich ein drüsiger

Anhang am Kiemenherzen, der sog. Kiemenherzanhang (Pericardialdrüse), welcher vom Peritonealepithel aus entstanden ist und wahrscheinlich excretorische Bedeutung hat.

Die Cephalopoden sind getrennten Geschlechts. Männchen und Weibchen zeigen schon äusserlich vornehmlich an einem bestimmten Arme Geschlechtsdifferenzen. Nach der Entdeckung Steenstrup's erscheint beim Männchen stets ein bestimmter Arm als Hilfsorgan der Begattung umgestaltet, *hectocotylisirt*. Bei den *Octopodiden* ist fast überall der dritte Arm der rechten Seite hectocotylisirt. *Sepia* und *Loligo* zeigen den vierten linken Arm verändert

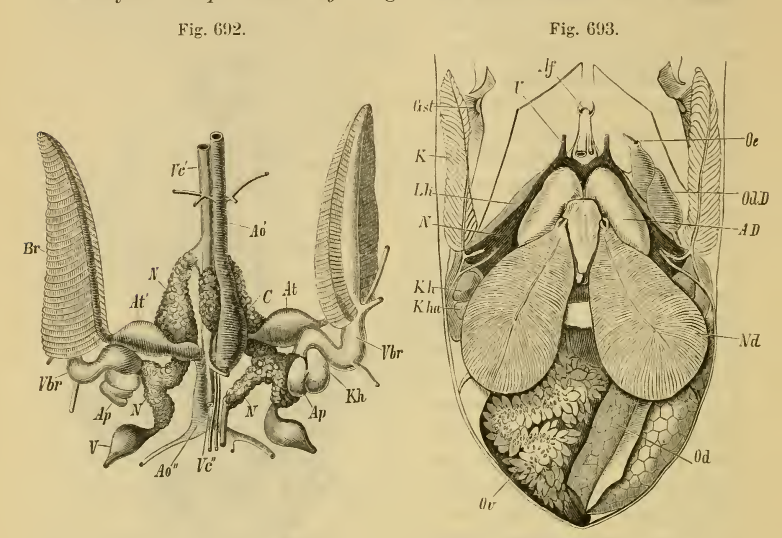


Fig. 692. Kreislaufs- und Excretionsorgane von *Sepia officinalis*, von der Dorsalseite dargestellt, nach Hunter. *Br* Kiemen, *C* Ventrikel, *Ao'* und *Ao''* die vordere und hintere (Aorta) Körperarterie, *V* seitliche Venen, *Vc'* vordere Hohlvene, *Vc''* hintere Hohlvene, *N* Nierenanhänge über den Venen, *Vbr* zuführende Kiemenvenen, *Kh* Kiemenherz, *Ap* Anhang desselben (Pericardialdrüse), *At*, *At'* abführende Kiemenvenen (Vorhöfe).

Fig. 693. Anatomie des Rumpfes von *Sepia*, nach C. Grobben. *Ov* der Eierstock in der geöffneten Ovarialhöhle (Leibeshöhle), *Od* Oviduct. *Oe* Oeffnung desselben, *OdD* Eileiterdrüse. *Nd* Nidamentaldrüse, *AD* accessorische Nidamentaldrüse, *N* Niere, *U* Ureter, *Ls* Leibeshöhlencanal (Wassercanal), *Kh* Kiemenherz, *Kha* Pericardialdrüse (Kiemenherzanhang), *K* Kiemen, *Af* After. *Gst* Ganglion stellatum.

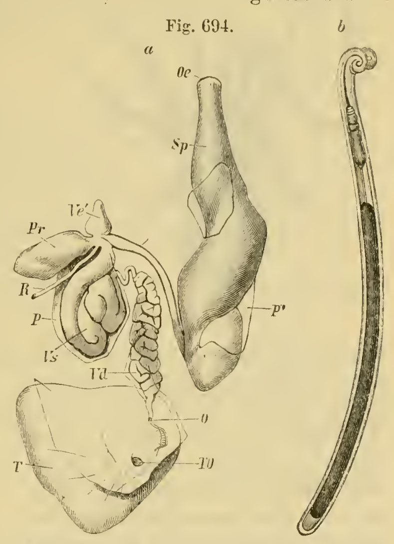
und die rudimentären Saugnäpfe durch quergestellte Papillen verbunden. Sehr bedeutend differiren beide Geschlechter von *Argonauta*, indem das winzig kleine Männchen der Schale entbehrt.

Die Geschlechtsdrüsen liegen frei in der Leibeshöhle und lassen ihre Producte in diese eintreten, aus welcher dieselben durch gesondert einmündende Ausführungsgänge aufgenommen werden. Das unpaare traubige Ovarium führt in einen doppelten *(Octopodiden)* oder unpaaren (meist linken), in die Mantelhöhle ausmündenden Eileiter, welcher in seinem Verlaufe eine rund-

liche Drüse aufnimmt und an seinem Endabschnitt drüsige Wandungen besizt. Dazu kommen noch bei den *Decapodiden* und *Nautilus* die sog. *Nidamentaldrüsen,* welche in der Nähe der Geschlechtsöffnung ausmünden und einen Kittstoff zur Umhüllung und Verbindung der Eier secerniren (Fig. 693). Die Eier werden entweder einzeln *(Argonauta, Octopus)* oder in grösserer Zahl *(Sepia)* von langgestielten Eikapseln umhüllt, und diese, untereinander zu traubigen Massen, sog. Seetrauben verbunden, an fremden Gegenständen des Meeres angeklebt. In anderen Fällen *(Loligo, Sepiola)* liegen sie in gallertigen Schläuchen gehäuft.

Der männliche Geschlechtsapparat zeigt im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse (Fig. 694 *a*). Der unpaare, aus langen cylindrischen Schläuchen gebildete Hoden entleert das Sperma in die Leibeshöhle, von wo aus dasselbe in den selbstständig an der Leibeshöhlenwand mündenden Samenleiter gelangt. Letzterer entspringt an der linken Seite als ein langer, dicht zusammengedrängter und verpackter Gang. Man unterscheidet an demselben einen engen, vielfach gewundenen Abschnitt (Samenleiter), eine erweiterte lange Samenblase mit Prostatadrüse an ihrem Ende und einen geräumigen Spermatophorensack, die Needham'sche Tasche, welche durch eine linksseitige Papille in die Mantelhöhle ausmündet. Bei *Sepia* geht vom Anfange des Vas efferens ein Röhrchen aus, welches sich in einen besonderen Sack (Theil der hier umfangreicheren Leibeshöhle) öffnet.

Fig. 694.

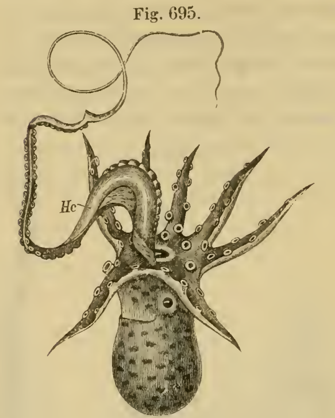


a Männliche Geschlechtsorgane von *Sepia officinalis,* nach einer Zeichnung von C. Grobben. *T* Hoden mit einem Stück Peritoneum, *TO* Oeffnung des Hodens in die Leibeshöhle, *Vd* Vas deferens, *O* Oeffnung desselben in die Leibeshöhle, *Vs* Vesicula seminalis, *Pr* Prostata, *R* Seitenröhrchen, welches durch eine Oeffnung in die eröffnete Bauchfelltasche *P* führt, *Ve'* Blindsack des Vas eferens, *Sp* Spermatophorensack (Needham'sche Tasche), *Oe* Geschlechtsöffnung, *P, P'* Abschnitte der Bauchfelltasche, von welcher der eine *(P)* die Vesicula seminalis aufnimmt. — *b* Spermatophore von *Sepia,* nach M. Edwards.

Bei der Begattung werden die grossen Spermatophoren (Fig. 694 *b*), wohl durch Vermittlung des Hectocotylusarmes, in die Geschlechtsöffnung des Weibchens gebracht. Bei wenigen Cephalopoden *(Tremoctopus violaceus, Philonexis Carenae, Argonauta argo)* erscheint übrigens der männliche Hectocotylusarm als individualisirter Begattungsapparat, der sich mit Spermatophoren füllt, vom männlichen Körper trennt, eine Zeit lang selbstständig bewegt und in der Mantelhöhle des Weibchens den Samen überträgt (Fig. 695).

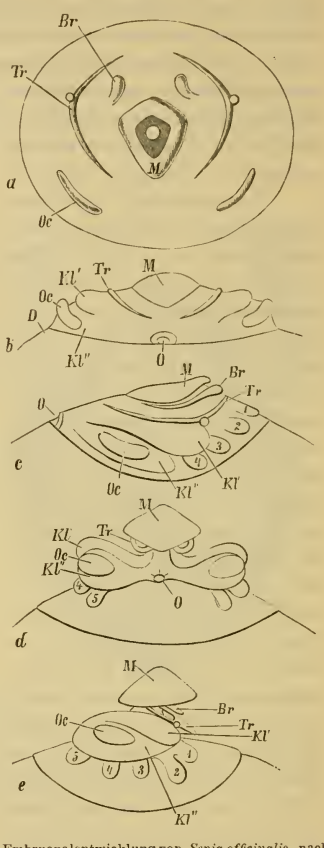
Die *Entwicklung*[1]) des Eies wird durch eine discoidale Dotterfurchung eingeleitet, welche an dem spitzen Eipole stattfindet. Aehnlich wie beim Vogelei bildet der gefurchte Theil des Dotters (Bildungsdotter) eine *Keimscheibe,* die sich während ihres weiteren Wachsthums von dem unteren Theil des Keimes, welcher sich zum Dottersack gestaltet, mehr und mehr erhebt. An der Embryonalanlage entstehen mehrere Wülste, zuerst in der Mitte des Keimes ein flacher Wulst im Umkreis einer Vertiefung, welche er überwächst (Fig. 696). Es ist der Mantel, zu dessen Seiten die beiden Trichterlappen, sodann zwischen diesen und dem Mantel die Kiemen hervortreten. Ebenfalls seitlich, aber ausserhalb der Trichterhälften erheben sich die Anlagen des Kopfes, als zwei Paare länglicher Lappen, von denen der äussere hintere die Augen trägt. Am äusseren Rande des Keimes entstehen papillenförmige Höcker, die Anlagen der Arme. Mit dem weiteren Wachs-

Fig. 695.



Männchen von *Argonauta argo,* nach H. Müller. *Hc* Hectocotylusarm.

Fig. 696.

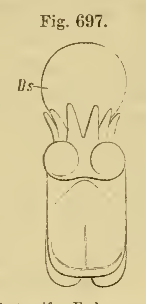


Embryonalentwicklung von *Sepia officinalis,* nach Kölliker. *a* Anlage des Embryos auf der dem Dotter aufliegenden Keimscheibe. *Br* Kiemen, *Tr* Trichterwulst, *Oc* Auge, *M* Mantel. — *b* Etwas älteres Stadium, von vorne gesehen. *D* Dotter, *Kl'* vorderer, *Kl''* hinterer Kopflappen, *O* Mund. — *c* Späteres Stadium von der Seite. *1—4* Anlagen der Arme. — *d* Aelteres Stadium, von vorne gesehen. *5* Fünftes Armpaar. — *e* Noch späteres Stadium in seitlicher Ansicht. Die Trichterhälften haben sich vereint.

[1]) Vergl. ausser Kölliker l. c.: N. Bobretzky, Untersuchungen über die Entwicklung der Cephalopoden. Moskau 1877 (russisch).

thum des durchaus symmetrischen Embryos prägt sich die Cephalopodengestalt immer deutlicher aus, der Mantel erhebt sich bedeutend und überwächst die Kiemen und die Trichterhälften, welche zur Bildung des Trichters verschmelzen. Die Kopflappen verwachsen zwischen Mund und Trichter miteinander und schnüren sich am Mundende schärfer vom Dotter ab, der seiner Lage nach somit kopfständig ist und mit seltenen Ausnahmen lange Zeit noch als Dottersack zurückbleibt (Fig. 697).

Fig. 697.



Fast reifer Embryo von *Sepia officinalis* vom Rücken, nach Kölliker. *Ds* Dottersack.

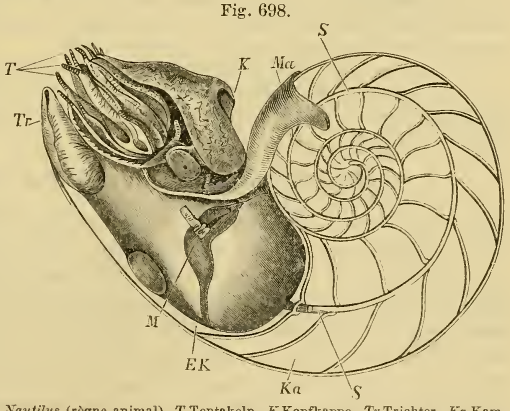
Die Cephalopoden sind Meeresbewohner, welche theils an den Küsten, theils auf hoher See leben und sich vom Fleische anderer Thiere, besonders Crustaceen, ernähren. Einige erreichen eine sehr bedeutende Grösse. Von Cephalopoden findet das Fleisch, dann der Farbstoff des Tintenbeutels (Sepia) und die Rückenschale (Os sepiae) Verwendung. Von der ältesten silurischen Periode an kommen Tintenfische in allen Formationen als wichtige Charakterversteinerungen *(Belemniten, Ammoniten)* vor.

1. Ordnung. **Tetrabranchiata**[1]**, vierkiemige Cephalopoden.**

Cephalopoden mit vier Kiemen in der Mantelhöhle und lappigen zurückziehbaren tentakeltragenden Fortsätzen an Stelle der Arme, mit gespaltenem Trichter und vielkammeriger Schale.

Eigenthümlich verhält sich die Kopfbewaffnung, indem an Stelle umfangreicherer Arme eine grosse Zahl von fadenförmigen Tentakeln die Mundöffnung umstellen. Bei *Nautilus* (Fig. 698) unterscheidet man auf jeder Seite des Körpers 19 äussere Tentakeln, von denen die rückständigen Paare eine Art Kopfkappe bilden, welche die Mündung der Schale verschliessen kann; dazu kommen jeder-

Fig. 698.



Nautilus (règne animal). *T* Tentakeln, *K* Kopfkappe, *Tr* Trichter, *Ka* Kammern, *EK* Endkammer der Schale, *S* Sipho, *Ma* Mantel, *M* Muskel.

[1]) R. Owen, Memoir on the Pearly Nautilus. London 1832. Van der Hoeven, Beiträge zur Kenntniss von Nautilus (holländisch). Amsterdam 1856. W. Keferstein in Bronn, Classen und Ordnungen des Thierreichs. III. Bd.: Cephalopoda. 1865.

seits zwei am Auge stehende sog. Augententakeln und 12 innere Tentakeln, von denen sich die vier ventralen linksseitigen beim Männchen zu einem als *Spadix* bekannten, dem hectocotylisirten Arme analogen Gebilde umwandeln. Beim Weibchen finden sich innerhalb der letzteren noch an jeder Seite 14 bis 15 bauchständige Lippententakel. Der Kopfknorpel bildet anstatt eines geschlossenen Ringes zwei hufeisenförmige Schenkel, dem die Centraltheile des Nervensystems anliegen. Die Augen sind gestielt, entbehren der Cornea und Linse, wie überhaupt aller brechenden Medien und sind offene, vom Wasser bespülte Retinabecher. Der Trichter bildet ein zusammengerolltes Blatt mit freien unverwachsenen Rändern und besitzt eine Klappe. Ein Tintenbeutel fehlt. Die Kiemen sind in vierfacher Zahl vorhanden, ebenso die Kiemengefässe und die Nierensäcke. Kiemenherzen fehlen.

Die dicke äussere Schale der Tetrabranchiaten ist in ihrem hinteren Theile durch Querscheidewände in zahlreiche mit Luft gefüllte Kammern getheilt, welche von dem Sipho durchbohrt werden, und besteht aus einer äusseren, häufig gefärbten Kalkschicht und einer inneren Perlmutterlage. Die ähnliche Beschaffenheit zahlreicher fossiler Schalen lässt auf eine ähnliche Organisation ihrer unbekannten Bewohner schliessen. Besonders wichtig für die weitere Eintheilung der fossilen Tetrabranchiaten ist die Lage und Beschaffenheit des Siphos und die Gestalt, sowie die Verwachsungslinie der Septa. Die wenigen noch lebenden Arten der Gattung *Nautilus* gehören dem Indischen Meere und Stillen Ocean an.

Fam. *Nautilidae.* Die Scheidewände der Kammern sind einfach gebogen und nach den vorderen Kammern zu concav. Nahtlinie einfach mit grossen welligen Biegungen oder einem seitlichen Lobus. Siphonaltuten nach hinten gerichtet. Der Sipho ist in der Regel central, die Schalenmündung einfach. *Orthoceras regularis* v. Schl., Kalkgeschiebe der norddeutschen Ebene. *Nautilus pompilius* L., Indischer Ocean.

Fam. *Ammonitidae.* Die Scheidewände an den Seiten vielfach gebogen, stets mit Lobus an der Aussenseite, in der Mitte meist nach vorne convex. Sipho an der Aussenseite. Enthält nur fossile Formen. *Goniatites retrorsus* v. Buch. *Ceratites nodosus* Bosc., *Ammonites capricornus* v. Schl.

2. Ordnung. **Dibranchiata**[1]**, zweikiemige Cephalopoden.**

Cephalopoden mit zwei Kiemen in der Mantelhöhle, acht saugnapf- oder hakentragenden Armen, vollständigem Trichter und Tintenbeutel.

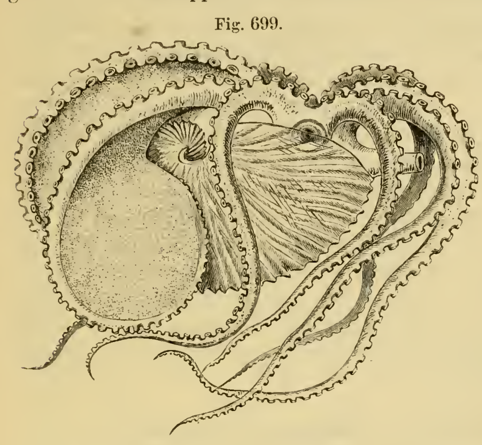
Die *Dibranchiaten* besitzen in der Umgebung des Mundes acht mit Saugnäpfen oder Haken bewaffnete Arme, zu denen bei den Decapodiden noch zwei lange Tentakeln zwischen dem dritten und vierten Armpaare hinzukommen. Der Kopfknorpel bildet einen vollständig geschlossenen, die Centraltheile des Nervensystems in sich aufnehmenden Ring, dessen flach gewölbte Seitentheile den sitzenden Augen zur Stütze dienen. Im Mantelraum finden sich nur zwei angewachsene Kiemen, deren Zahl die der Kiemengefässe und Nieren entspricht. Der Trichter ist geschlossen. Tintenbeutel meist vorhanden. Vielen

[1]) Hauptwerke: Férussac et d'Orbigny l. c., sodann Verany l. c.

fehlt eine Schale vollkommen, bei anderen reducirt sich dieselbe auf eine innere hornige oder kalkige Rückenschulpe. Nur selten tritt ein einfaches Spiralgehäuse mit dünnen Wandungen (*Argonauta*-Weibchen, Fig. 699) oder eine einfach gekammerte siphohaltige Spiralschale *(Spirula)* auf (Fig. 700).

1. Unterordnung. *Decapodida.* Ausser den acht Armen zwei lange Tentakeln zwischen dem dritten und vierten (ventralen) Armpaare. Die Saugnäpfe gestielt und mit Hornringen versehen, die Augen ohne sphincterartiges Lid. Der Mantel trägt zwei seitliche Flossen und am Rande einen ausgebildeten Schliessapparat. Sie besitzen eine innere Schale, welche bei *Spirula* gekammert und posthornförmig gekrümmt ist. Trichter meist mit Klappe. Eileiter unpaar.

Fig. 699.



Argonauta argo, Weibchen, schwimmend.

Fig. 700.



Spirula australis (aus Bronn).

Fam. *Spirulidae* (Fig. 700). *Spirula Peronii* Lam., Südsee.

Fam. *Belemnitidae. Belemnites digitalis* Voltz., oberer Lias.

Fam. *Myopsidae.* Mit verdeckter Linse. *Sepia officinalis* L., *Loligo vulgaris* Lam. (Fig. 686). *Sepiola vulgaris* Grant., *Rossia macrosoma* Fér. d'Orb., sämmtlich im Mittelmeer.

Fam. *Oigopsidae.* Augen mit weit geöffneter Hornhaut und freiliegender Linse. *Onychoteuthis Lichtensteini* Fér., *Ommastrephes todarus* d'Orb. Mittelmeer und Ocean.

2. Unterordnung. *Octopodidae.* Die beiden Tentakeln fehlen. Die acht Arme mit sitzenden Saugnäpfen ohne Hornring sind an ihrer Basis durch eine Haut verbunden. Augen verhältnissmässig klein mit sphincterartigem Lide. Der kurze rundliche Körper entbehrt der inneren Schulpe und meistens auch der Flossenanhänge. Mantel ohne knorpeligen Schliessapparat, durch ein breites Nackenband an den Kopf befestigt. Trichter ohne Klappe. Eileiter paarig.

Fam. *Octopidae. Octopus vulgaris* Lam., *O. macropus* (Fig. 687), Mittelmeer. *Eledone moschata* Lam. Mittelmeer und Adria.

Fam. *Philonexidae. Philonexis Carenae* Ver., *Tremoctopus violaceus* Dell. Ch. *Argonauta argo* L. Das kleine Männchen ohne Schale (Fig. 695). Das grosse Weibchen mit flossenartigen Erweiterungen der Rückenarme trägt eine kahnförmige dünne Schale, um deren Seitenfläche dasselbe die Armflossen ausbreitet (Fig. 699).

VII. Thierkreis.

Molluscoidea, Molluscoideen.

Festsitzende Bilateralthiere ohne Metamerenbildung, mit bewimpertem Tentakelkranz oder spiralig aufgerollten Mundarmen, im ersteren Falle von einem Gehäuse (Cyste), im anderen von einer dorsalen und ventralen Schalenklappe umschlossen, mit einem einfachen Ganglion oder mit oberen und unteren durch einen Schlundring verbundenen Ganglienknoten.

Die beiden als Molluscoideen vereinigten Thiergruppen, die *Bryozoen* und *Brachiopoden,* wurden früher allgemein zu den Mollusken gestellt. Seitdem die Entwicklungsgeschichte näher bekannt wurde, ist nicht nur wahrscheinlich gemacht, dass — ebenso wie diese — beide Gruppen ihrer Abstammung nach mit den Anneliden gemeinsame Wurzel haben, sondern dass sie, den näheren Beziehungen ihrer Larven entsprechend, trotz der bedeutenden Abweichungen im ausgebildeten Zustande, nahe verwandt sind, von den Mollusken aber weiter abstehen. Falls sich die nahe Verwandtschaft der stets solitären *Brachiopoden* und der fast ausnahmslos stockbildenden *Bryozoen* als begründet ergeben sollte, so würden die Spiralarme jener dem Tentakelkranze der Bryozoen entsprechen und das einfache Ganglion der letzteren dem subösophagealen Ganglion der Brachiopoden homolog sein. In neuerer Zeit stellt man oft beide Classen zu den Würmern oder betrachtet sie anhangsweise im Anschlusse an diese.

I. Classe. Bryozoa[1]) = Polyzoa, Moosthierchen.

Kleine, meist stöckchenbildende, polypenähnliche Thiere mit bewimpertem Tentakelkranz, hufeisenförmig gebogenem Darmcanal und einfachem Ganglienknoten.

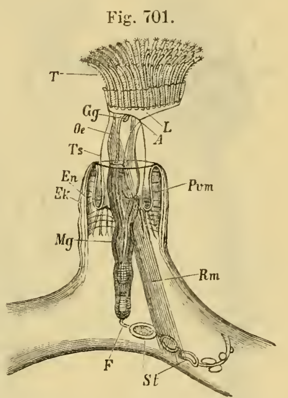
Der Name *Bryozoen* bezieht sich auf das moosähnliche, dendritische Aussehen der Stöckchen, zu denen die kleinen Einzelthiere in gesetzmässiger Weise vereinigt sind. Indessen können jene auch eine polyparienähnliche Form gewinnen oder als rindenartige Krusten fremde Gegenstände überziehen. Solitäre Bryozoen sind seltene Ausnahmen *(Loxosoma).* In der Regel besitzen die Stöckchen eine hornartige oder pergamentartige, häufig auch eine kalkige, seltener gallertige Beschaffenheit ihres cuticularen Skelets. Jedes Einzelthier *(Zooecium)* (Fig. 701) ist nämlich von einem sehr regelmässig und sym-

---

[1]) F. A. Smitt, Kritisk förteckning öfver Skandinaviens Hafs-Bryozoer. Öfvers. Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1865, 1866, 1867. H. Nitsche, Beiträge zur Kenntniss der Bryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool., 1869 und 1871. Ed. Claparède, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Seebryozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Tom. XXI, 1871. J. Barrois, Recherches sur l'embryologie des Bryozoaires. Paris 1877. B. Hatschek, Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata. Zeitschr. für wiss. Zool. Tom. XXVIII. K. Kraepelin, Die deutschen Süsswasser-Bryozoen. Hamburg 1887.

metrisch gestalteten Gehäuse, *Ectocyste,* umgeben, dessen Oeffnung das Hervorstrecken des weichtheiligen Vorderleibes mit dem Tentakelkranz gestattet. Die mannigfachen Gehäuse, sowie die überaus verschiedene Art ihrer Verbindung bedingen eine überraschende Mannigfaltigkeit in der Form der Colonien. Meistens sind die Cysten völlig von einander abgeschlossen, bald schief oder senkrecht aufgerichtet, bald wagrecht in eine Ebene ausgebreitet, bald reihenweise unter Bildung von Ramificationen an einander geordnet. Die Mündungen sind oft nach zwei gegenüberstehenden Seiten, zuweilen nach derselben Seite gewendet. Der äusseren chitinisirten und häufig incrustirten, zur Ectocyste gewordenen Cuticularschicht liegt die weithäutige Körperwandung, *Endocyste,* an. Dieselbe besteht aus einer äusseren Zellenlage (Matrix der Ectocyste) und einem Netzwerk sich kreuzender, einer homogenen Membran anliegender Muskelfasern (äussere Ringfaser-, innere Längsfaserschicht), an deren innerer, die Leibeshöhle begrenzender Fläche wenigstens bei den Süsswasserbryozoen ein zartes, von Flimmerhaaren besetztes Epithel aufsitzt. An der Oeffnung der Cyste stülpt sich die weiche Körperhaut nach innen zurück und bildet von da an das ausschliessliche Integument des Vorderleibes, dessen Basaltheil (Duplicatur) bei den meisten Süsswasserformen dauernd eingestülpt bleibt. Immer wird die Hauptmasse des Vorderleibes (Tentakelscheide) mit dem Tentakelkranz durch besondere, die Leibeshöhle durchsetzende Muskeln (Retractoren und Parietalmuskeln) eingezogen und hervorgestülpt, während die sog. Parietovaginalmuskeln den basalen, nicht selten bleibend eingestülpten Theil des Vorderkörpers befestigen. Die Tentakeln sind entweder *(Lophopoden)* auf einem zweiarmigen, hufeisenförmigen Träger (Lophophor) oder *(Stelmatopoden)* im Kreis angeordnet und stellen hohle, aussen bewimperte, mit Längsmuskeln versehene Ausstülpungen der Leibeswand dar, deren Raum mit der Leibeshöhle communicirt und sich von dieser aus mit Blut füllt. Sie dienen sowohl zum Herbeistrudeln von Nahrungsstoffen, als zur Vermittlung der Respiration.

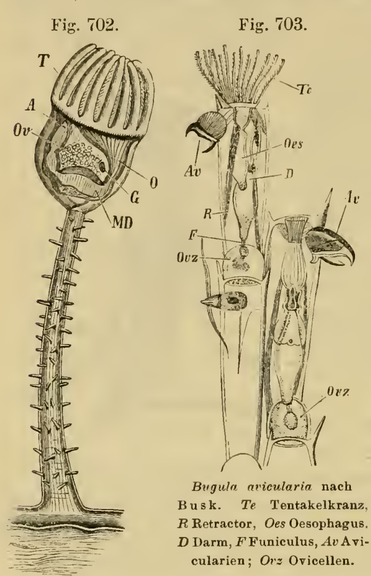
Fig. 701.



Plumatella repens, nach Allman. *T* Tentakeln, *L* Lophophor, *Oe* Oesophagus, *Mg* Magendarm, *A* After, *F* Funiculus, *St* Statoblasten, *Ts* Tentakelscheide, *Ek* Ektocyste, *En* Endocyste, *Gg* Ganglion, *Pvm* Parietovaginalmuskeln, *Rm* Retractor.

Die Verdauungsorgane liegen frei in der Leibeshöhle, am Integument durch den sog. *Funiculus* und durch Muskelgruppen befestigt. Mit Unrecht hat man den von der Cyste umschlossenen Darm sammt Tentakelapparat als eine Art Individuum betrachtet und dem Cystid (Ectocyste nebst Endocyste) gegenüber als Polypid bezeichnet. In der Mitte der kreis- oder hufeisenförmigen *Mundscheibe* liegt der Mund, oft von einem beweglichen, Epiglottis-

ähnlichen Deckel *(Epistom)* überragt. Derselbe führt in einen hufeisenförmig umgebogenen Nahrungscanal, an welchem man eine langgestreckte, bewimperte, oft zu einem muskulösen Pharynx erweiterte Speiseröhre, einen geräumigen, blindsackartig verlängerten und am Ende des Blindsackes durch einen Strang *(Funiculus)* an der Leibeswand befestigten Magendarm und einen verengerten, nach vorne zurücklaufenden Enddarm unterscheidet. Der letztere mündet in der Nähe der Mundscheibe, meist ausserhalb derselben durch die rückenständige Afteröffnung aus (*Ectoprocta*, Fig. 701). Nur bei einigen wenigen Formen, wie *Pedicellina* und *Loxosoma*, die man deshalb als *Endoprocta* sondert, liegt der After innerhalb des Tentakelkranzes (Fig. 702). *Herz* und *Gefässsystem* fehlen. Die Blutflüssigkeit erfüllt den gesammten Innenraum der Leibeshöhle und wird vornehmlich durch die Cilien der Leibeswand umherbewegt. Zur *Respiration* dürfte sowohl die gesammte Oberfläche des ausgestülpten Vorderleibes, als besonders die Tentakelkrone dienen. Als Nephridien sind ein Paar schleifenförmiger Canäle zu betrachten. Das *Nervensystem* besteht aus einem an dem Schlunde zwischen Mund und After gelegenen Ganglion, welches bei den Lophopoden in der Höhle des Lophophors eingeschlossen liegt und, durch einen zarten Schlundring (N i t s c h e) am Oesophagus befestigt, zahlreiche Nerven nach den Tentakeln und nach dem Oesophagus entsendet.



Pedicellina echinata. *T* Tentakelkrone, *O* Mund, *MD* Magendarm, *A* After, *G* Ganglion, *Ov* Ovarium.

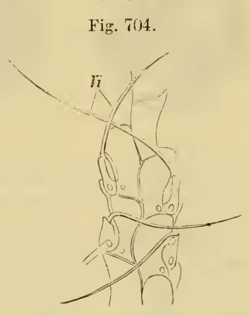
Bugula avicularia nach Busk. *Te* Tentakelkranz, *R* Retractor, *Oes* Oesophagus, *D* Darm, *F* Funiculus, *Av* Avicularien; *Ovz* Ovicellen.

Die Bryozoen bieten uns in vielen Formen Beispiele eines ausgeprägten Polymorphismus. Bei *Serialaria* und Verwandten stellen die sog. Stengelglieder (Stammglieder) eine solche abweichende Individuenform vor. Dieselben besitzen bei bedeutender Grösse eine vereinfachte Organisation und dienen zur Herstellung der ramificirten Unterlage für die Nährthiere. Auch gibt es hie und da Wurzelglieder, welche als ranken- oder stolonenartige Fortsätze die Befestigung vermitteln. Sehr verbreitet aber sind eigenthümliche, als besondere, des Polypids entbehrende Individuen zu deutende Anhänge mancher marinen Bryozoen, die vogelkopfähnlichen *Avicularien*, *Vibracularien* und *Ovicellen*. Erstere (Fig. 703) sind zweiarmige Zangen, welche den Zooecien in der Nähe ihrer Oeffnungen ansitzen und sich zeitweilig öffnen und schliessen. Sie können kleine Organismen,

z. B. Würmer, schnappen, bis zum Absterben festhalten und die zerfallenen organischen Reste der durch die Tentakelwimpern veranlassten Strömung übergeben. Die Vibracularien stellen ganz ähnliche Köpfchen dar, welche anstatt der Zangenarme einen sehr langen, äusserst beweglichen Borstenfaden tragen (Fig. 704). Die *Oricellen (Ooecien)* sitzen als helm- oder kuppelförmige, je von einem Ei ausgefüllte Anhänge dem Zooecium auf (Fig. 703).

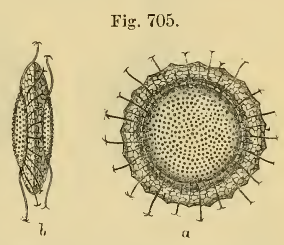
Die Fortpflanzung erfolgt theils geschlechtlich, theils ungeschlechtlich, im letzteren Falle entweder durch die sog. *Statoblasten* oder auf dem Wege der Knospung. Männliche und weibliche Geschlechtsorgane reduciren sich auf Gruppen von Samenzellen und von Eiern, welche am Peritoneum meist in demselben Thiere entstehen, seltener auf verschiedene Individuen vertheilt sind. Die Ovarien liegen im vorderen Körpertheile, während die Hoden entweder an dem oberen Theile des *Funiculus* oder nahe der Insertionsstelle desselben an der Leibeswandung ihren Ursprung nehmen. Beiderlei Geschlechtsproducte gelangen in die Leibeshöhle, wo die Befruchtung erfolgt. Vom Leibesraume aus gelangt das befruchtete Ei entweder in eine Knospe der Leibeswand *(Alcyonella)* oder, wie bei marinen Bryozoen, in ein äusserlich ansitzendes Ooecium. Als *Statoblasten* (Fig. 705) bezeichnet Allman eigenthümliche Fortpflanzungskörper, welche von jenem Forscher als abfallende, einer Befruchtung entbehrende Keime erkannt wurden. Dieselben entstehen nur bei den Süsswasserbryozoen als Zellenhaufen vornehmlich gegen Ende des Sommers an dem strangförmigen Funiculus, besitzen meist eine linsenähnliche, beiderseits flachgewölbte Gestalt und werden von zwei uhrglasförmigen harten Chitinschalen bedeckt, deren Peripherie häufig mit einem flachen, aus lufthaltigen Zellräumen bestehenden Ringe (Schwimmring) eingefasst ist, zuweilen auch *(Cristatella)* einen Kranz von hervorstehenden Stacheln zur Entwicklung bringt. Eine grosse Rolle spielt die Fortpflanzung durch Knospen, welche in dauernder Verbindung bleiben und zu der Entstehung von Stöckchen Veranlassung geben. Selten führt die Abschnürung durch Theilstücke zur Vermehrung der Thierstöckchen *(Cristatella, Lophopus)*.

Fig. 704.



Scrupocellaria ferox, nach Allman. *Vi* Vibracula.

Fig. 705.



Statoblasten von *Cristatella mucedo*, nach Allman. *a* Von der Fläche, *b* von der Seite dargestellt.

Die Entwicklung ist überall eine Metamorphose. Die Knospung beginnt bereits am Embryo. So entsteht bei den Süsswasserbryozoen, nachdem der Darmtractus und Tentakelapparat angelegt ist, noch ein zweiter Darm und

Tentakelapparat, so dass der noch von der Eihülle umschlossene bewimperte Embryo schon ein kleines Thierstöckchen von zwei Individuen repräsentirt. Bei den marinen chilostomen Bryozoen gelangen die befruchteten Eier in

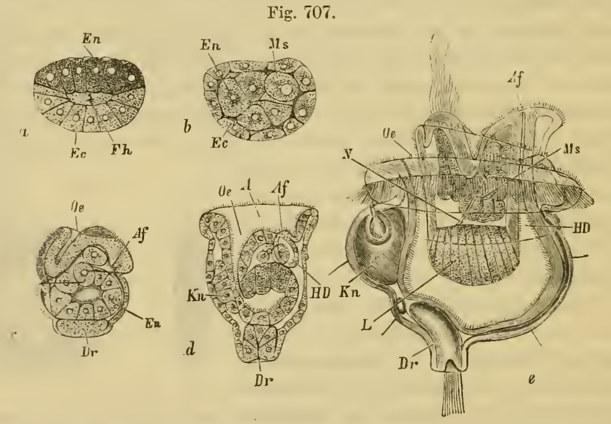
Fig. 706.



a Larve von *Canda reptans*, nach Barrois; *b* Larve von *Lepralia*, nach Barrois; *c Cyphonautes* schematisch nach Hatschek. *Oe* Mund, *Af* After, *Cb* Cilienbüschel, *Kn* Knospe.

Ovizellen, welche aus einer helmförmigen Kapsel und einem blasenähnlichen Deckel bestehen. Hier durchläuft das Ei die Furchung und entwickelt sich zu einem Embryo, welcher als bewimperte Larve ausschwärmt und frei im Meere umherschwimmt. Die unregelmässig kugelige Larve besitzt einen

Fig. 707.



Entwicklung der *Pedicellina echinata*, nach B. Hatschek. *a* Keimblase mit abgeflachter Seite des Entoderms. *Ec* Ectoderm, *En* Entoderm, *Fh* Furchungshöhle. — *b* Späteres Stadium im optischen Medianschnitt. Die erste Mesodermzelle *(Ms)*, die rechts und links zur Medianlinie liegt, ist eingezeichnet. — *c* Späteres Stadium im optischen Medianschnitt. *Dr* Kittdrüse, *Oe* Oesophagus, *Af* Anlage des Afterdarms. — *d* Junge Larve im optischen Medianschnitt. *A* Atrium, *Hd* Hinterdarm, *Kn* Knospe. — *e* Freischwärmende Larve im ausgestreckten Zustande. *N* Nierencanal, *L* Leberzellen, *Ms* Mesodermzellen.

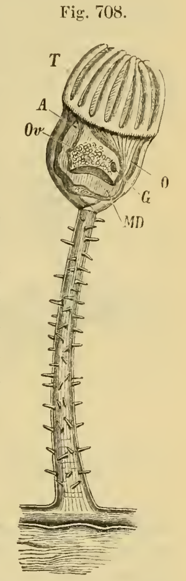
kreisförmigen, cilienbesetzten Ring, die Cilienkrone (Fig. 706 *a, b*). Nach einiger Zeit setzt sich die Larve fest und erzeugt die Tentakelkrone. Das primäre Zooecium treibt alsbald durch Sprossung neue Zooecien, es bilden sich Avicularien und schliesslich, aber freilich erst nach dem Untergange der älteren Zooecien, auch Wurzelglieder. Bei den *Endoprocten* entwickelt

sich das Ei in einem an der oralen Seite gelegenen Brutraum. Nach der totalen Furchung (Fig. 707 *a—c*) sondert sich an der Keimblase durch Einstülpung das Entoderm, aus welchem der Mitteldarm hervorgeht, während Oesophagus und Enddarm vom Ectoderm aus entstehen. Die Anlage des Mesoderms erfolgt durch zwei Zellen. Die Larven der Endoprocten besitzen einen hufeisenförmig gekrümmten Darm und einen Flimmerkragen, der am Vorderende hervorgestülpt wird, sowie eine Kittdrüse am Hinterende. Sie bergen ferner bereits eine Knospe als Anlage eines zweiten Individuums, welche sich frühzeitig aus den Keimblättern des Embryos angelegt hat. Auf denselben Larventypus sind auch andere, scheinbar sehr bedeutend abweichend gestaltete Larvenformen, wie der in allen Meeren verbreitete *Cyphonautes* (Fig. 706 *c*) zurückzuführen (nach A. Schneider die Larve von *Membranipora pilosa*).

Die *Statoblasten* entwickeln aus ihrem Inhalte, nachdem sie den Winter überdauert, einfache unbewimperte Thierchen, welche bei ihrem Ausschlüpfen bereits alle Theile des Mutterthieres besitzen, sich sogleich bleibend befestigen und durch Knospung zu neuen Colonien auswachsen.

Die Bryozoen leben grösstentheils im Meere und siedeln sich auf Steinen, Muschelschalen, Corallen und Pflanzen an. Nur einige Süsswasserformen der Gattung *Cristatella* besitzen freie Ortsveränderung. Auch in der Vorwelt waren die Bryozoen überaus verbreitet, wie die zahlreichen von der jurassischen Formation an zunehmenden Ueberreste beweisen.

Fig. 708.



Pedicellina echinata. *T* Tentakelkrone, *O* Mund, *MD* Magendarm, *A* After, *G* Ganglion, *Ov* Ovarium.

1. Ordnung. **Endoprocta.**

Bryozoen mit primärer Leibeshöhle und innerhalb des Tentakelkranzes mündender Afteröffnung.

Die Endoprocten repräsentiren einfachere, primitivere Verhältnisse, da sie in ihrer Organisation der Bryozoenlarve nahestehen (Fig. 708). Bei denselben kommt es nicht zur Bildung einer Darmfaserplatte und persistirt die primäre Leibeshöhle. Mund und After münden innerhalb des Tentakelkranzes in eine Art Atrium, das auch eine die Embryonen aufnehmende Bruttasche bildet. In diese gelangen die Geschlechtsproducte aus den kleinen geschlossenen Geschlechtsdrüsen. Auch sind ein Paar wimpernde Nierencanäle stets vorhanden.

Fam. *Pedicellinidae.* Stöckchen mit Stolonen, auf denen sich die langgestielten Individuen erheben. *Pedicellina echinata* Sars., Adria und Mittelmeer.

Fam. *Loxosomidae.* Langgestielte Einzelthiere. *Loxosoma singulare* Kef., *L. neapolitanum* Kow., Mittelmeer.

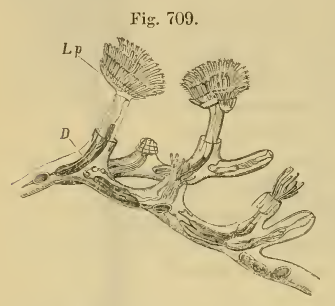
2. Ordnung. **Ectoprocta.**

Bryozoen mit Darmfaserschicht und ausserhalb des Tentakelkranzes mündender Afteröffnung.

Umfasst die bei weitem grösste Zahl der Bryozoen, auf deren Bau in der vorausgegangenen Darstellung besonders Bezug genommen wurde. Stets mündet der After ausserhalb des Kranzes der Tentakel, welche entweder im geschlossenen Kreise oder auf einem zweiarmigen hufeisenförmigen Träger (Lophophor) angeordnet sind.

1. Unterordnung. *Lophopoda*[1]), *Armwirbler* (*Phylactolaemata* Allm.). Süsswasserbryozoen mit hufeisenförmigem Tentakelträger und Epistom. Die Lophopoden charakterisiren sich vornehmlich durch die zweiseitige Anordnung der zahlreichen Tentakelfäden auf dem zweiarmigen Lophophor (Fig. 709). Ueberall findet sich über dem Munde ein beweglicher zungenförmiger Deckel (Epistom). Die Thiere sind meist von ansehnlicher Grösse und im Gegensatze zu den polymorphen Seebryozoen gleichartig; ihre Zellen communiciren häufig untereinander und bilden ramificirte oder mehr spongiöse Stöckchen von überaus durchsichtiger, bald horniger, bald mehr weichhäutig lederartiger bis gallertiger Beschaffenheit. Statoblasten sehr verbreitet.

Fig. 709.



Plumatella repens, schwach vergrössert, nach Allman. *Lp* Lophophor, *D* Darm.

Fam. *Cristatellidae*. Freibewegliche Stöckchen, auf deren oberer Fläche sich die Einzelthiere in concentrischen Kreisen erheben, *Cristatella mucedo* Cuv.

Fam. *Plumatellidae*. Festsitzende, massige oder verästelte Stöckchen von fleischiger oder pergamentartiger Consistenz. *Lophopus crystallinus* Pall., *Alcyonella fungosa* Pall., *Plumatella repens* L. (Fig. 709).

Eine besondere Unterordnung wird die Gattung *Rhabdopleura*[2]) Allm. beanspruchen. Dieselbe ist charakterisirt durch den Mangel einer Tentakelscheide, sowie das Fehlen einer geräumigen Leibeshöhle, indem die Endocyste dem Darm fest anliegt; in Folge dessen vermag sich das Thier tief in die Zellen zurückzuziehen. Indessen lassen der Besitz eines zweiästigen, mit zahlreichen Tentakeln besetzten Lophophors, sowie der einer schildförmigen, dem Epistom der Phylactolaemen entsprechenden Platte dieselbe als der letztgenannten Gruppe nahestehend erscheinen. *Rh. mirabilis* M. Sars, nordische Meere.

2. Unterordnung. *Stelmatopoda, Kreiswirbler (Gymnolaemata).* Bryozoen mit scheibenförmigem Tentakelträger, in geschlossenem Kreise angeordneten Tentakeln und unbedecktem Mund. Mit Ausnahme der *Paludicelliden* sind die Stelmatopoden marine Bryozoen. Dieselben entbehren des Epistoms und besitzen einen geschlossenen Kreis von Tentakeln, welche einer runden Mundscheibe entspringen (Fig. 703). Statoblasten kommen nur selten vor. Die Stöckchen sind meist polymorph, oft aus Wurzel- und Stammzellen mit Ovicellen, Vibracularien und Avicularien zusammengesetzt. Die Ectocysten sind meist hornig fest oder kalkig incrustirt.

1. Tribus. *Cyclostomata.* Die weiten und endständigen Zellmündungen entbehren der

---

[1]) G. J. Allman, Monograph of fresh water Polyzoa. Ray Soc. 1856.

[2]) G. J. Allman, On Rhabdopleura etc. Quart. Journ. of micr. Science, 1869. G. O. Sars, On some remarkable forms of animal life etc. Christiania 1872.

beweglichen Anhänge. Die meisten Arten sind fossil, manche leben noch in den hochnordischen Meeren.

Fam. *Crisiadae.* Stöckchen aufrecht und gegliedert. *Crisia cornuta* Lam., *C. eburnea* L., Mittelmeer und Nordsee.

Fam. *Tubuliporidae.* Die Zooecien stehen in zusammenhängenden Reihen. *Idmonea atlantica* Forb., *Phalangella palmata* Wood., arktisches Meer. *Tubulipora lobulata* Hass., *Hornera* Lamx., Nordische Meere.

2. Tribus. *Ctenostomata.* Die endständigen Zellmündungen werden beim Einstülpen der Tentakelscheiden von einem Borstenkreis derselben deckelartig geschlossen.

Fam. *Alcyonididae.* Zooecien unter sich zu gelatinösen Stöckchen von unregelmässiger Form vereint. *Alcyonidium gelatinosum* L., nordische Meere.

Fam. *Vesicularidae.* Die Zooecien erheben sich als freie Schläuche auf dem verzweigten, kriechenden oder aufgerichteten Stöckchen. *Vesicularia uva* L., *Farella pedicellata* Ald., Norwegen. *Serialaria Coutinhii* Fr. Müll.

Fam. *Paludicellidae.* Süsswasserform. *Paludicella Ehrenbergii* Van Ben.

3. Tribus. *Chilostomata.* Die Mündungen der hornigen oder kalkigen Zellen sind durch einen beweglichen Deckel, beziehungsweise Ringmuskel des Lippenrandes verschliessbar. Avicularien, Vibracula und Ovicellen werden oft angetroffen.

Fam. *Cellulariidae.* Dichotomisch verzweigte Stöckchen, deren Zooecien in zwei oder mehreren Reihen stehen. *Cellularia* Pallas., *C. Peachii* Busk. *Scrupocellaria* Van Ben. (Fig. 704), *S. scruposa* L., *S. (Canda) reptans* Lin., Nordsee, Mittelmeer.

Fam. *Bicellariidae.* Die Zooecien konisch oder vierseitig, gebogen, ihre seitliche Mündungsfläche elliptisch und schräg zur Medianebene der Achse gestellt. *Bugula (Acamarchis)* Oken, *B. avicularia* L., europäische Meere (Fig. 703).

Fam. *Membraniporidae.* Zooecien mehr verkalkt, zu einer incrustirenden Colonie vereinigt. *Membranipora* Blainv., *M. pilosa* L., Adria. *Lepralia pertusa* Esp., Adria. *Flustra membranacea* L., Atlantischer Ocean.

Fam. *Reteporidae.* Die oval-cylindrischen Zooecien zu einem reticulirten Stock vereinigt. *Retepora* Lam., *R. cellulosa* L., Mittelmeer bis arktisches Meer.

II. Classe. Brachiopoda [1]), Armfüsser.

Festsitzende Molluscoideen mit dorsaler und ventraler Schalenklappe, mit zwei spiralig aufgerollten Mundarmen.

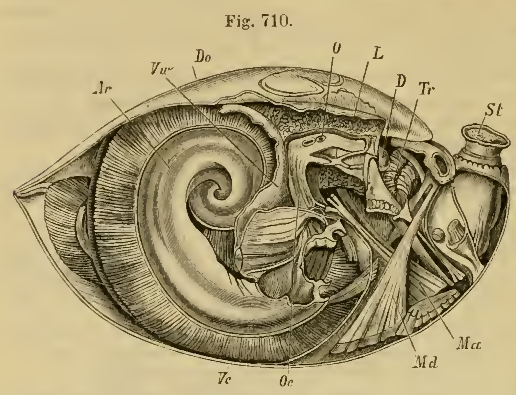
Die *Brachiopoden* besitzen einen breiten, von einer meist flacheren Rückenschale und Bauchschale bedeckten Körper (Fig. 710). Beide liegen entsprechenden Hautduplicaturen (Mantellappen) auf und sind am Rücken oft durch eine Art Schloss verbunden, über welches die meist tiefer gewölbte ventrale Schale

---

[1]) R. Owen, On the anatomy of the Brachiopoda. Transact. Zool. Soc. London 1835. T. H. Huxley, Contributions to the anatomy of the Brachiopoda. Ann. Mag. of nat. hist., 1854. A. Hancock, On the organisation of the Brachiopoda. Philos. Transact., 1858. Davidson, Monography of the British foss. Brachiopoda, 1858. Lacaze-Duthiers, Histoire naturelle des brachiopodes vivants de la Mediterranée. Ann. des sc. nat., Tom. XV, 1871. E. S. Morse, On the system. position of the Brachiopoda. Proceed. Boston Soc. of nat. hist., Tom. XV, 1873. Derselbe, On the oviducts and embryology of Terebratulina. Amer. Journ. of Science and Arts, 1873. A. Kowalevsky, russische Abhandlung über Brachiopoden-Entwicklung. Moskau 1874. W. K. Brooks, The development of Lingula and the Systematic Position of the Brachiopoda. Chesapeake zool. Labor. Scient. Res., 1878. J. F. van Bemmelen, Untersuchungen über den etc. Bau der Brachiopoda Testicardines. Jen. Zeitschr., XVI. Bd., 1882. Fr. Blochmann, Untersuchungen über den Bau der Brachiopoden. Jena 1892.

schnabelartig vorspringen kann. Diese sitzt entweder unmittelbar auf fester Unterlage auf, oder die Befestigung wird durch einen aus der Schnabelöffnung derselben hervortretenden Stiel vermittelt. Indessen kann der Stiel auch zwischen beiden, in diesem Falle nahezu gleichgestalteten Schalenklappen hindurchtreten *(Lingula)*. Die Schalen sind von der Haut ausgeschiedene, mit Kalksalzen imprägnirte Cuticulargebilde und werden nicht durch ein Ligament, sondern durch besondere Muskelgruppen (Divaricatoren) geöffnet und ebenso durch Muskeln, die in der Nähe des Schlosses quer von oben nach unten den Leibesraum durchsetzen (Occlusoren), geschlossen. Der zwischen den Schalen eingeschlossene bilaterale Leib besitzt zwei umfangreiche Hautduplicaturen, die beiden Mantellappen, welche der inneren Fläche jeder Schale anliegen und am verdickten Rande sehr regelmässig Borsten tragen. Auch kann der Mantel Kalknadeln oder ein zusammenhängendes Kalknetz in sich erzeugen. Die Mundöffnung liegt zwischen der Basis zweier spiraligen, durch ein Armgerüst der Dorsalschale (Fig. 711) gestützten Arme und führt in die Speiseröhre, welche sich in den durch Bänder befestigten und von mächtigen Leberlappen umlagerten Magendarm fortsetzt. Dieser beschreibt entweder eine einzige Umbiegung nach der Rückenfläche aufsteigend, oder bildet bei bedeutender Länge mehrfache Windungen *(Discina, Lingula)*. Im letzteren Falle mündet er an der Seite bei *Crania* dorsal in der Medianebene in die Mantelhöhle aus, während bei den mit einem Schalenschlosse versehenen Brachiopoden *(Terebratula, Waldheimia)* ein After fehlt. Hier endet der Darmcanal innerhalb der Eingeweidehöhle zwiebelförmig aufgetrieben (Fig. 710).

Fig. 710.



Anatomie von *Waldheimia australis*, in Seitenansicht, nach Hancock. *Do* Dorsallappen, *Ve* Ventrallappen des Mantels, *St* Stiel, *Ma* Adductor, *Md* Divaricator, *Ar* Arme, *Vw* vordere Leibeswand, *Oe* Oesophagus, *D* Darm, blind endend, *O* Einmündungsstelle der Leber *(L)*, *Tr* Trichter des Eileiters.

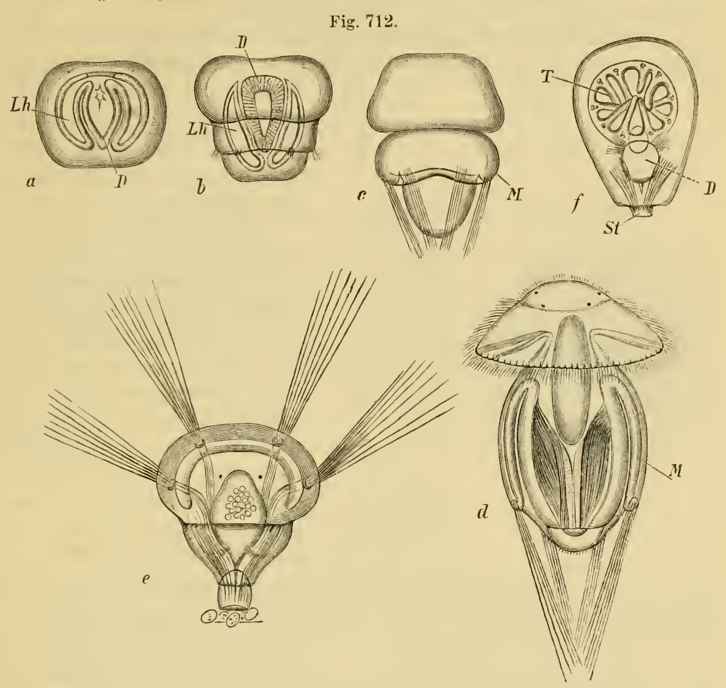
Fig. 711.



Rückenschale von *Waldheimia australis* mit dem Armgerüst, nach Hancock.

Die beiden von einem festen Gerüste getragenen Mundarme sind lange, in kegelförmiger Spirale nach vorne aufgerollte Anhänge, welche wie die Mundsegel der Lamellibranchiaten von einer Rinne durchzogen werden. Die Umgebung der Rinne bilden dichte und lange, aus steifen, aber beweglichen Fäden zusammengesetzte Fransen, deren Wimperbekleidung eine mächtige Strudelung erregt und kleine Nahrungskörper nach der Mundöffnung führt.

Fig. 712.



Entwicklung von *Argiope*, nach Kowalevski. *a* Larve, deren Gastralhöhle die Divertikel der Leibeshöhle (*Lh*) gebildet hat. *D* Darm. — *b* Larve mit drei Abschnitten. — *c* Larve mit vier Borstenbündeln in den Mantellappen des Mittelabschnittes. *M* Mantel. — *d* Späteres Stadium. — *e* Festsitzende Larve mit nach vorne umgeschlagenen Mantellappen. — *f* Die kreisförmig gestellten Tentakeln (*T*) sind gebildet. *St* Stiel.

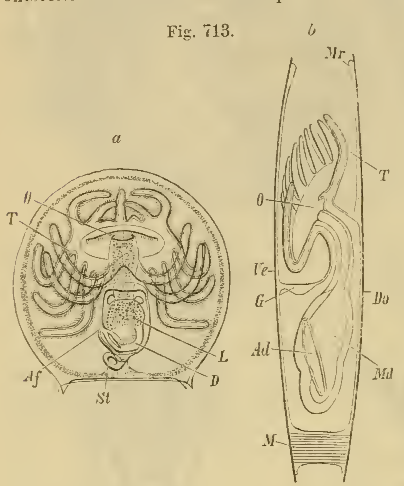
Auf der Rückenfläche des Magens liegt ein sackförmiges Herz. Dasselbe nimmt das Blut durch einen gemeinsamen, über der Speiseröhre verlaufenden Stamm auf und entsendet einen complicirt verästelten Apparat von Arterien.

Als Nieren (den Segmentalorganen der Anneliden entsprechend) sind zwei, seltener vier Canäle mit drüsigen Wandungen anzusehen, welche zu beiden Seiten des Darmes mit freier Oeffnung trichterförmig in der Leibeshöhle beginnen und seitlich vom Munde ausführen. Dieselben fungiren zugleich als Ausführungsgänge der Geschlechtsproducte und wurden von Hancock als *Oviducte* bezeichnet.

Das Nervensystem besteht aus einem Schlundringe mit zwei langgestreckten supraösophagealen Ganglien, welche sich in die Arme erstrecken. Viel mächtiger ist die subösophageale Ganglienanschwellung des Schlundringes, von welcher Nerven zu dem dorsalen Mantellappen, ferner zu den Armen und Schliessmuskeln entspringen, sowie zwei kleine Ganglien ausgehen, welche den ventralen Mantellappen und den Stielmuskel mit Nerven versorgen. Sinnesorgane sind nicht bekannt.

Die Brachiopoden sind geschlechtlich getrennt. Die Geschlechtsproducte entstehen aus dem Peritonealepithel in den Sinus des ventralen und dorsalen Mantels und gelangen in die Leibeshöhle, aus welcher sie durch die trichterförmig beginnenden Canäle der Nephridien nach aussen geführt werden.

Fig. 713.



a Larve von *Lingula*, nach Brooks. *T* Tentakeln, *O* Mund, *D* Darm, *Af* After, *L* Leber, *St* Stielanlage. — *b* Längsdurchschnitt einer älteren Larve, nach Brooks. *Do* Dorsale, *Ve* Ventrale Schalenklappe, *Mr* verdickter Mantelrand, *T* Tentakeln, *O* Mund, *Md* Magendarm, *Ad* Afterdarm, *M* hintere Muskel, *G* Ganglion.

Was die Entwicklung anbetrifft, so entsteht nach Ablauf der totalen Furchung meist durch Einstülpung des Blastoderms eine Gastrula. Die gastrale Cavität *(Argiope)* zerfällt wie bei Sagitta in einen mittleren Raum und in zwei seitliche Divertikel, welche sich abschnüren und die Leibeshöhle bilden (Fig. 712). Dann verlängert sich die ovale Larve und gliedert sich durch Einschnürungen in drei Abschnitte, von denen sich der vordere schirmförmig verbreitert, Wimpercilien und Augenflecken gewinnt, später aber zur Oberlippe verkümmert. An dem mittleren Abschnitte erhebt sich alsdann eine Falte zur Bildung der beiden Mantellappen, welche bald den Mittelleib nebst einem Theil des Endabschnittes bedecken. An dem unteren Mantellappen der entwickelten Larve treten vier Bündel langer Borsten hervor, welche wie bei den Würmern eingezogen und ausgespreizt werden *(c, d)*. Nachher setzt sich die Larve fest und beginnt ihre Umgestaltung. Der festsitzende hintere Abschnitt wird zum Stiel, die Mantellappen schlagen sich nach vorne um und erzeugen die Schalenklappen. Die Borstenbündel werden abgeworfen, während in der Schale die Ablagerung von Kalk beginnt und die zuerst kreisförmig gestellten Tentakelfäden der späteren Arme auftreten. Die spätere Metamorphose der mit Tentakeln versehenen Larven ist am genauesten von Brooks für *Lingula* untersucht worden, deren Larven im Zustande der Tentakelentwicklung noch frei umherschwärmen (Fig. 713 *a, b*).

Gegenwärtig leben nur wenige Brachiopoden in verschiedenen Meeren, um so grösser war dagegen die Verbreitung in früheren Erdperioden, in denen bestimmte Arten die Bedeutung von Leitmuscheln haben. Auch gehören zu den Brachiopoden die ältesten Versteinerungen; einzelne der schon im Silur auftretenden Gattungen haben sich bis zur Gegenwart erhalten *(Lingula)*.

1. Ordnung. **Ecardines. Angellose Brachiopoden.**

Schale ohne Schloss und ohne Armgerüst. Darm mit seitlichem After. Ränder der Mantellappen vollständig getrennt.

Fam. *Lingulidae.* Die dünnen hornigen Schalen nahezu gleichklappig. Stiel lang und fleischig. *Lingula anatina* Lam., Indischer Ocean.

Fam. *Discinidae. Discina lamellosa* Brod., Südamerika.

Fam. *Craniadae. Crania anomala* Müll., Nordsee. *Cr. rostrata* Hoev., Mittelmeer. *Cr. antiqua* Defr., fossil aus der Kreide.

2. Ordnung. **Testicardines. Angelschalige Brachiopoden.**

Schale kalkig mit Schloss und Armgerüst. Darm blind geschlossen.

Den Uebergang bilden die Familien der ausschliesslich fossilen *Orthiden* und *Productiden* (*Productus* Sav.), deren Schalenrand noch der Angelgelenke entbehrt.

Fam. *Rhynchonellidae. Rhynchonella psittacea* Lam., nördl. Norwegen. *Rh. sicula* Seg., Mittelmeer. Fossile Arten im Silur. *Pentamerus* Sow. Enthält nur fossile Arten des Silur und Devon. Hier schliessen sich die fossilen *Spiriferiden* an (*Spirifer* Sow.).

Fam. *Terebratulidae. Thecidium mediterraneum* Riss., *Waldheimia* King., *Terebratula vitrea* Lam., Mittelmeer. *Terebratulina caput serpens* L., Nordsee. *Argiope* Dp. Mittelmeer.

VIII. Thierkreis.

Tunicata[1]), Mantelthiere.

Bilateralthiere von sackförmiger oder tonnenförmiger Körpergestalt, mit dickem Integument (Mantel) und einfachem Nervenknoten, mit weitem, zugleich zur Respiration dienendem Pharyngealsack und mit Herz.

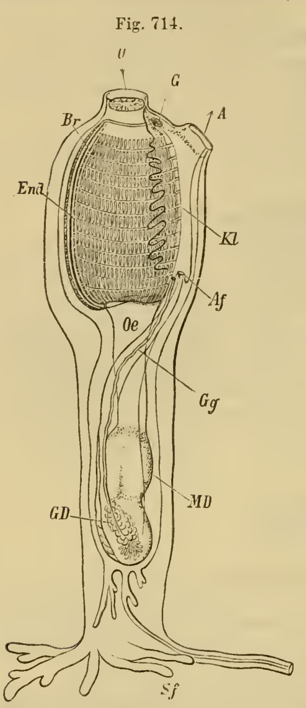
Die Tunicaten verdanken ihren Namen dem Vorhandensein einer gallertigen oder cartilaginösen Hülle, welche (als Tunica externa oder Testa) den Leib vollständig umlagert. Die Körpergestalt ist sackförmig *(Ascidien)* oder tonnenförmig *(Salpen)*. Ueberall findet sich am vorderen Ende eine weite, sowohl durch Muskeln, als häufig noch mittelst Klappen verschliessbare Oeffnung zur Einfuhr des Wassers und der Nahrungsstoffe in die zugleich als Athmungsorgan fungirende Pharyngealhöhle und daneben

[1]) J. C. Savigny, Mémoires sur les animaux sans vertèbres. II. Paris 1815. A. Chamisso, De animalibus quibusdam e classe Vermium. Berlin 1819. Milne Edwards, Observations sur les Ascidies composées des côtes de la Manche. Mém. Acad. sc. Paris 1839. Ed. v. Beneden et Julin, Recherches sur la Morphologie des Tuniciers. Archiv de Biologie. 1886.

in einiger Entfernung *(Ascidien)* oder am entgegengesetzten Körperende *(Salpen)* eine zweite, ebenfalls verschliessbare Oeffnung als Auswurfsöffnung der mit der Pharyngealhöhle durch die Kiemenspalte communicirenden Peribranchialhöhle (Fig. 714 und 715).

Das Integument ist bald gallertig, bald von lederartiger bis knorpeliger Consistenz und erscheint oft krystallhell oder durchscheinend, zuweilen aber auch trübe und undurchsichtig und in verschiedener Weise gefärbt. Seine äussere Oberfläche ist glatt oder warzig, zuweilen stachelig oder filzig. Man nennt dieses äussere Integument, welches den Körper vollständig überzieht, den äusseren Mantel *(Tunica)*. Man hat dasselbe früher als eine Art Gehäuse betrachtet und irrthümlich mit der zweiklappigen Schale der Lamellibranchiaten homologisirt.

Fig. 714.



Clavelina lepadiformis (règne animal). *O* Mund, *Br* Kieme, *End* Endostyl, *Oe* Oesophagus, *MD* Magendarm, *Kl* Kloakenraum oder Peribranchialhöhle, *A* Auswurfsöffnung, *Af* After, *G* Nervencentrum, *GD* Genitaldrüse, *Gg* Ausführungsgang derselben, *St* Stolonen.

Die Substanz des Mantels ist eine *cellulose*haltige Grundmasse mit eingeschlossenen Zellen, und erscheint, obwohl als cuticulare Ausscheidung entstanden, in Folge der eingewanderten Zellen als eine Form des Bindegewebes. Bei den coloniebildenden Tunicaten kann der äussere Mantel der Einzelthiere zu einer gemeinsamen Masse zusammenfliessen. Auf den sackförmigen Mantel folgt die untere Schicht der Leibeswandung, deren äussere, an den Mantel anschliessende Zellenschicht das ectodermale Epithel vorstellt, welches den Mantel, aber auch die unterliegende Gallertschicht erzeugt hat, in welcher sämmtliche Organe des Körpers, die Muskulatur, das Nervensystem, Darmapparat, Geschlechts- und Kreislaufsorgane in enger Leibeshöhle lagern.

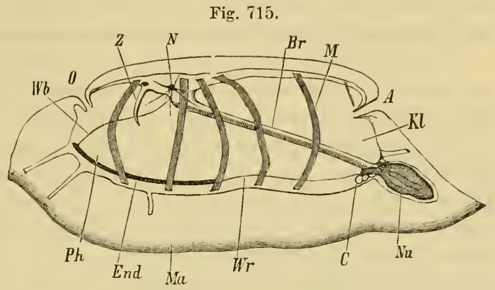
Das *Nervensystem* beschränkt sich auf ein einfaches Ganglion, durch dessen Lage in der Nähe der Eingangsöffnung die Rückenseite bezeichnet wird. Die vom Ganglion ausstrahlenden Nerven treten theils zu den Muskeln und Eingeweiden, theils zu den namentlich bei freischwimmenden Tunicaten vorkommenden *Sinnesorganen,* welche sich als Augen, Gehör- und Tastorgane nachweisen lassen.

Die *Muskulatur* entwickelt sich vornehmlich in der Umgebung des zugleich zur Athmung dienenden Pharyngealsackes und wird sowohl zur

Erweiterung und Verengerung dieses Raumes, als zum Verschlusse der Einfuhrs- und Auswurfsöffnung verwendet. Bei den *Ascidien* können drei Muskelschichten, eine äussere und innere Längsmuskellage und eine innere Ringmuskelschicht, zur Ausbildung kommen, während bei den *Salpen* bandartige Muskelreifen auftreten, welche neben der Erneuerung des Athemwassers die Schwimmbewegung des tonnenförmigen Leibes besorgen. Als besonderes Locomotionsorgan tritt bei den kleinen *Appendicularien* und den freischwimmenden *Ascidien*-Larven an der Bauchseite ein peitschenförmig schwingender, durch einen Chordastrang (Urochord) gestützter Schwanzanhang auf.

Der *Darmcanal* beginnt überall mit weitem, als Respirationsorgan fungirendem Pharyngealsack, in welchen die vordere, als Mund zu deutende Mantelöffnung führt. Die Oesophagealöffnung liegt weit von der Eingangsöffnung entfernt im Innern des Pharyngealsackes. In diesem verläuft zwischen Mund und Oesophagealöffnung, mitten an der Bauchseite, eine flimmernde, von zwei Falten begrenzte Rinne, deren drüsige Seitenwände als *Endostyl* bezeichnet werden (Fig. 714 u. 715). Dieselbe beginnt mit zwei seitlichen Flimmerbogen, die sich zu einem geschlossenen Ring in der Nähe der Eingangsöffnung vereinigen und etwas vor dem Ganglion auf einen kleinen, in die Athemhöhle vorragenden Zapfen übertreten. Der folgende Nahrungscanal besteht aus einem meist trichterförmig verengerten, bewimperten Oesophagus, einem blindsackartig vorspringenden, meist mit einer Leber versehenen Magendarm und einem Dünndarm, welcher unter Bildung einer Schlinge umbiegt und in die Kloakenhöhle ausmündet oder wie bei den die Larvenform vertretenden *Copelaten* direct nach aussen mündet.

Fig. 715.



Salpa mucronata in seitlicher Ansicht. *O* Mund, *Ph* Pharyngealraum, *Kl* Kloakenhöhle, *A* Auswurfsöffnung, *Br* Kieme, *N* Nervencentrum, *Ma* Mantel, *M* Muskelreifen, *Z* Züngelchen, *Wb* Wimperbogen, *End* Endostyl, *Wr* Wimperrinne, *Nu* Nucleus, *C* Herz.

Ueberall findet sich ein Herz, welches, an der Ventralseite des Darmes gelegen und von einem zarten Pericardium umgeben, lebhafte, von dem einen nach dem andern Ende hin fortschreitende Contractionen ausführt. Bemerkenswerth ist der plötzliche (von van Hasselt bei Salpen entdeckte) Wechsel in der Richtung der Contractionen, durch welche nach momentanem Stillstand die Richtung der Blutströmung eine umgekehrte wird. Die vom Herzen ausgehenden Blutgefässlacunen führen in Lückensysteme der Leibeswandung zur Fortleitung des Blutes. Bei den Ascidien treten auch in den Mantel Gefässlacunen ein, indem sich von der Epidermis bekleidete Aus-

stülpungen der Leibeswand mit Bluträumen in den Mantel erheben. Hauptblutbahnen liegen in der Mittellinie sowohl des Rückens als des Bauches unterhalb der Bauchrinne und communiciren durch Nebenbahnen, welche sich im Umkreis der Athemhöhle als Quercanäle entwickeln. Diese communiciren mit den Bluträumen der verschieden gestalteten, aus der Pharyngealwand hervorgegangenen *Kieme,* an deren Oberfläche das Wasser durch Wimpern in beständiger Strömung erhalten wird. Bei den *Ascidien* ist fast die gesammte Pharyngealwand in die Kiemenbildung eingegangen und zu einem von Spaltreihen netzartig durchbrochenen, gegitterten Kiemensack umgestaltet, um dessen Wandung sich ein Nebenraum der Kloakenhöhle als *„Peribranchialhöhle“* entwickelt hat. In demselben erscheint der Kiemensack nur längs des Endostyls, sowie durch zahlreiche kurze Trabekeln, welche die Gitterbalken mit der gegenüberliegenden Leibeswand verbinden, befestigt. In anderen Fällen reducirt sich die Kieme unter bedeutender Verringerung der Spaltenzahl auf den Dorsaltheil der Pharyngealwand *(Doliolum, Salpa).*

Die Tunicaten sind *Zwitter,* oft jedoch mit verschiedenzeitiger Reife der männlichen und weiblichen Geschlechtsstoffe. Im Besonderen erweisen sich die Salpen zur Zeit ihrer Geburt als Weibchen und bringen erst später als trächtige Thiere die männlichen Geschlechtsorgane zur Reife. Bei *Perophora* reifen zuerst die Hoden, bei den *Botrylliden* umgekehrt die Ovarien. Hoden und Ovarien liegen meist neben den Eingeweiden im hinteren Körpertheile, und zwar jene als büschelförmig vereinigte Blindschläuche, diese als traubenförmige Drüsen, deren Ausführungsgang in den Kloakenraum ausmündet. Hier erfolgt auch in der Regel (selten an der ursprünglichen Keimstätte) die Befruchtung des Eies und die Entwicklung des Embryos, welcher entweder noch von den Eihüllen umgeben die Auswurfsöffnung verlässt, oder mittelst einer Art *Placenta* ernährt und auf einer weit vorgeschrittenen Stufe geboren wird *(Salpen).* Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung besteht fast allgemein die ungeschlechtliche Vermehrung durch Sprossung, welche häufig zur Entstehung von Colonien mit charakteristisch gruppirten Individuen führt. Die Sprossung findet bald an verschiedenen Theilen des Körpers statt, bald ist sie auf bestimmte Stellen oder auf einen Keimstock *(Stolo prolifer)* beschränkt. Die auf diesem Wege erzeugten Colonien bleiben keineswegs immer sessil, sondern besitzen zuweilen, wie die *Pyrosomen,* oder wie die in Ketten nur äusserlich verbundenen *Salpen,* eine freie Ortsveränderung.

Die embryonale Entwicklung zeigt bei den *Ascidien* eine grosse Uebereinstimmung mit der niederer Vertebraten und insbesondere von *Amphioxus.* Nach Ablauf der totalen Furchung entsteht eine aus zwei Zellenschichten gebildete Gastrula, von deren Ectoderm sich das Nervensystem als Rohr anlegt. Gleichzeitig bildet sich in dem schwanzförmig verlängerten Körper aus einer Doppelreihe entodermaler Zellen ein der Chorda dorsalis entsprechendes Achsenskelet. Darm, Nervensystem und Chorda zeigen ein dem Wirbelthierbau analoges Lagenverhältniss zu einander.

Die postembryonale Entwicklung ist bei den Ascidien eine Metamorphose, indem die Embryonen als bewegliche, mit Ruderschwanz und Augenfleck versehene Larven die Eihüllen verlassen und einige Zeit lang umherschwärmen, bei den stockbildenden Formen häufig noch vor ihrer Ansiedelung durch Knospung eine kleine Colonie erzeugen. Ein *Generationswechsel* besteht bei den *Salpen,* sowie bei *Doliolum* und wurde bei jenen schon lange vor Steenstrup von Chamisso erkannt. Die aus dem befruchteten Ei hervorgegangene und lebendig geborene solitäre Salpe bleibt zeitlebens geschlechtslos, erzeugt aber als Amme aus ihrem *Stolo prolifer Salpenketten,* deren Individuen, ihrer Gestalt nach von jener erheblich verschieden, die Geschlechtsthiere sind. Weit complicirter verhält sich der Generationswechsel bei *Doliolum* durch die Aufeinanderfolge mehrfacher Generationen.

Die Tunicaten sind durchweg Meeresthiere und ernähren sich von Algen, Diatomaceen und kleinen Crustaceen. Viele von ihnen, insbesondere die glashellen Pyrosomen und Salpen, leuchten mit prachtvollem intensiven Lichte.

I. Classe. Tethyodea [1]), Ascidien, Seescheiden.

Meist festsitzende Tunicaten von sackförmiger Leibesgestalt mit dicht hintereinander liegender Ein- und Ausfuhrsöffnung und weitem Kiemensack.

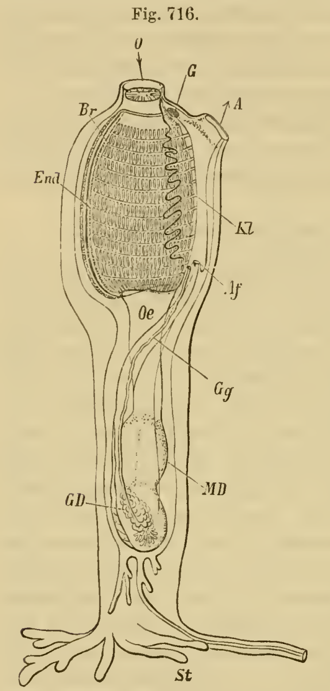
Der *Ascidien*-Leib lässt sich, wie schon der Name *Ascidie* ausdrückt, auf einen mehr oder minder gestreckten Schlauch oder Sack mit zwei meist nahe aneinander gerückten Oeffnungen zurückführen, von denen die obere dem Munde, die hintere dorsale der Kloakenöffnung entspricht. Seltener wie bei den *Botrylliden* und freischwimmenden *Pyrosomen* liegen beide in weitem Abstande an den entgegengesetzten Körperenden. Die Mundöffnung kann durch einen Sphincter, sowie oft durch vier, sechs oder acht randständige Läppchen geschlossen werden (Fig. 716). Aehnlich erscheint auch häufig der Rand der verschliessbaren Auswurfsöffnung, welche hinter der ersteren an der Neuralseite (Dorsalseite) liegt, in vier bis sechs Läppchen getheilt. Die geräumige, in der Regel als gegitterter „Kiemensack" erscheinende Pharynxwand wird in einigem Abstande vom Munde von einem Kreis meist einfacher Tentakeln umstellt. An der Neuralseite des Kiemensackes liegt der Kloakenraum, welcher nicht nur das durch die Kiemenspalten abfliessende Wasser, sondern auch die Kothballen und Geschlechtsstoffe aufnimmt. Der

[1]) Ausser den citirten Werken von M. Edwards u. J. C. Savigny vergl. J. C. Savigny, Tableau systématique des Ascidies etc. Paris 1810. Eschricht, Anatomisk Beskrivelse af Chelyosoma Mac-Leyanum. Kjöbenhavn 1842. P. J. Van Beneden, Recherches sur l'Embryogénie, l'Anatomie et la Physiologie des Ascidies simples. Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, Tom. XX, 1846. A. Krohn, Ueber die Entwicklung von Phallusia mammillata. Müller's Archiv, 1852. Derselbe, Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Botrylliden und über die früheste Bildung der Botryllusstöcke. Archiv für Naturgesch., Bd. XXXV, 1869. Th. Huxley, Anatomy and development of Pyrosoma. Transact. Lin. Soc., Vol. XXIII, 1860.

Darmcanal sammt den übrigen Eingeweiden entfaltet sich entweder, wie bei allen einfachen Ascidien, mehr zur Seite des Kiemensackes, oder, wie bei den langgestreckten Formen der zusammengesetzten Ascidien, lediglich hinter demselben und bedingt dann nicht selten eine Einschnürung des Körpers, so dass Milne Edwards Brust und Abdomen oder selbst Brust, Abdomen und Postabdomen unterscheiden konnte.

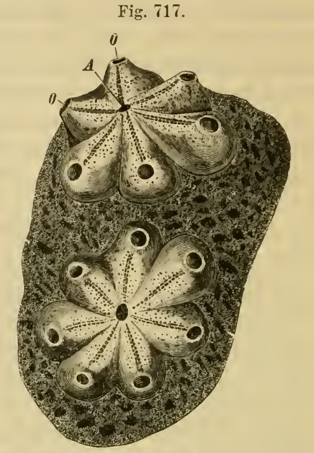
Die Ascidien bleiben entweder solitär und erreichen dann meist eine bedeutende Grösse *(A. solitariae)*, oder erzeugen durch Knospen und Wurzel-

Fig. 716.



Clavelina lepadiformis (règne animal). *O* Mund, *Br* Kieme, *End* Endostyl, *Oe* Oesophagus, *MD* Magendarm, *Kl* Kloakenraum, *A* Auswurfsöffnung, *Af* After, *G* Nervencentrum, *GD* Genitaldrüse, *Gg* Ausführungsgang derselben, *St* Stolonen.

Fig. 717.

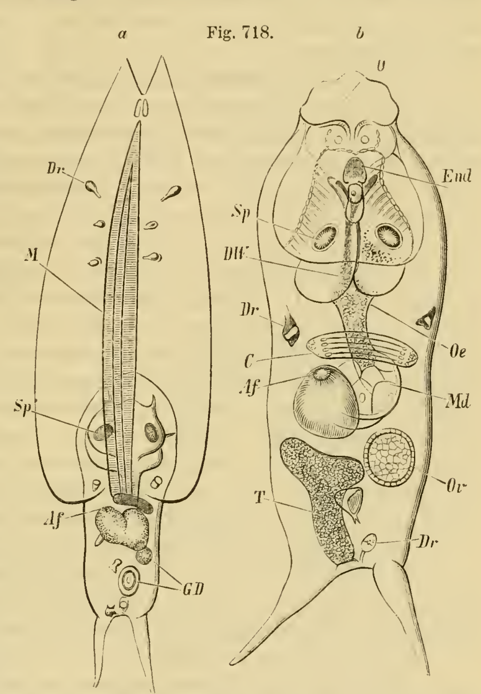


Botryllus violaceus, nach M. Edwards. *O* Mundöffnung, *A* gemeinsame Kloakenöffnung einer Individuengruppe.

ausläufer verzweigte Colonien, deren Einzelthiere mit der Leibeswandung untereinander zusammenhängen, ohne in eine gemeinsame Mantelumhüllung eingebettet zu sein *(A. sociales)*. In anderen Fällen *(Ascidiae compositae)* haben die Einzelthiere einen gemeinsamen Mantel, in welchem sie gruppenweise in charakteristischer Anordnung um gemeinschaftliche Centralöffnungen eingebettet liegen, so dass jede Gruppe ihre Centralhöhle besitzt, in welche die Auswurfsöffnungen der Einzelthiere gemeinsam einmünden (Fig. 717). Indessen gibt es auch frei bewegliche, sowohl solitäre *(Appendicularien)*, als zusammengesetzte Ascidien *(Pyrosomen)*. Am vollkommensten ist die Schwimmbewegung der solitären *Appendicularien*, welche, in ihrer äusseren Form den Ascidienlarven ähnlich, wie diese einen

peitschenförmigen Ruderschwanz tragen und durch dessen schlängelnde Bewegungen sich fortschnellen (Fig. 718).

Von diesen kleinen, einfach gebauten Formen mit persistirendem Larventypus wird man zum Verständniss des Ascidienbaues auszugehen haben. Neben dem Besitze des bauchständigen Ruderschwanzes mit seiner von der Chorda gebildeten Skeletachse (Urochord) liegt der auffallende Charakter der *Appendicularien* in dem Mangel eines Kloakenraumes. Der After mündet daher frei nach aussen, und zwar median an der Bauchseite. Aus demselben Grunde führen auch die Kiemenöffnungen direct hinaus als zwei trichterförmige Atrialcanäle, welche jederseits mit einer stark bewimperten Oeffnung am Pharyngealsacke beginnen und rechts und links meist etwas vor dem After nach aussen münden. Die Nahrungszufuhr wird von zwei am Vorderende eines kurzen Endostyls beginnenden Wimperbögen regulirt, welche den Eingang des Pharyngealsackes umziehen und in schrägem Verlaufe sich dorsalwärts zu einem medianen Wimperstreifen vereinigen. Der letztere zieht bis zur Oesophagealöffnung hinab, einem schmalen ventralen Wimperstreifen gegenüber, welcher am hinteren Endostylende beginnt (Fig. 718). Auch die Ascidienlarven *(Phallusia)* besitzen zuerst zwei Kiemenspalten mit entsprechenden Atrialgängen. Letztere sind nach A. Kowalevsky als Ectodermeinstülpungen entstanden, treten später an der Rückenseite zusammen und münden dann mit gemeinsamer Kloakenöffnung aus. Die Ectodermbekleidung der seitwärts den Pharyngealsack umwachsenden Atrialhöhle wird zum parietalen und branchialen Blatt der bis zu den Seiten



Appendicularia (Fritillaria) furcata. a Von der Bauchseite mit nach vorne geschlagenem Schwanz. *GD* Genitaldrüsen, *M* Muskulatur des Schwanzes. — *b* Von der Bauchseite nach Entfernung des Schwanzanhanges. *O* Mund, *End* Endostyl, *Sp* die beiden Kiemengänge der Pharyngealhöhle, *DW* dorsaler Wimperstreifen, *Oe* Oesophagus, *Md* Magendarm, *Af* After, *Dr* Drüsen, *C* Herz, *Ov* Ovarium, *T* Hoden.

des Endostyls reichenden Peribranchialhöhle, in welche eine immer grössere Zahl von Oeffnungen der zum Kiemenkorb werdenden Pharyngealwand zum Durchbruch gelangt. Die besondere Gestaltung des Kiemenkorbes bietet zahlreiche Modificationen. Nicht nur, dass die Aussenfläche des Kiemenkorbes durch blutführende Trabekeln und Leisten an der Leibeswand befestigt ist, auch die Innenseite zeigt oft Falten und Vorsprünge mancherlei Gestalt. Desgleichen wechselt die Form der Kiemenöffnungen, welche rundlich, elliptisch, selbst spiralig gewunden sein können und die Pharyngealwand durchbrechen.

Die Wimpervorrichtungen in dem gegitterten Kiemensack der Ascidien entsprechen denen der Appendicularien und bestehen aus dem sog. *Endostyl* nebst Bauchrinne und den beiden Flimmerbögen. Der bewimperte Oesophagus bleibt kurz trichterförmig und führt in einen erweiterten, als *Magen* unterschiedenen Abschnitt, dessen Wandung einen grosszelligen Epithelbelag trägt und durch faltenartige Vorsprünge Complicationen gewinnt. Auch mündet in denselben eine anliegende, bald folliculäre, bald aus Bündeln von Röhrchen oder aus netzartig verbundenen Schläuchen zusammengesetzte Drüse ein, die man als *Leber* [1]) bezeichnet, jedoch wohl als Hepatopankreas zu deuten hat. Der auf den Magen folgende Dünndarm ist von bedeutender Länge und bildet nach einer hämalen Umkrümmung meist eine Schlinge, bevor er nach dem Kloakenraum aufsteigt und mittelst eines kurzen, bei den *Appendicularien* birnförmigen Enddarmes ausmündet. Ausserdem hat man bei vielen Ascidien ein drüsenartiges Organ gefunden, in dessen Lumen sich Concremente ablagern, welche bei dem Mangel einer Oeffnung überhaupt nicht entfernt zu werden scheinen. Man darf dieses Organ wohl als Niere betrachten, seit Kupffer in den Concrementen Harnsäure nachgewiesen hat.

Das Herz liegt an der Bauchseite des Darmcanals als contractiler Schlauch, dessen zwei Oeffnungen in ebensoviel Gefässlacunen überführen. Bei den Appendicularien *(Copelaten)* ist das Herz quer gezogen. Das sog. Gefässsystem der Ascidien bildet ein reiches netzartiges Lückensystem der Leibeshöhle.

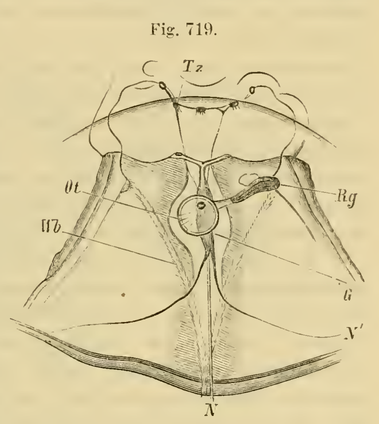
Das *Nervensystem* beschränkt sich auf ein längliches, an der Rückenseite der Kiemenhöhle gelegenes Ganglion, von welchem vorne, seitlich und hinten Nerven abgehen. Complicirter verhält sich das Gehirnganglion bei den Copelaten und Ascidienlarven, indem dasselbe hier einen ursprünglich mit einer Höhle versehenen, später in drei Abschnitte eingeschnürten Strang darstellt und mit Ganglien im Ruderschwanz in Verbindung steht. Der vordere kegelförmige Abschnitt des Gehirns entsendet bei den *Copelaten* paarige Sinnesnerven nach dem Eingangsabschnitt des Kiemensackes, dem mittleren kugeligen Theil sitzt das Gehörbläschen und ein gestieltes Wimperorgan an, während der verjüngte hintere Abschnitt zwei Seitennerven nach den Atrialcanälen abgibt und sich in einen langen Nerven auszieht, welcher an der

[1]) Th. Chandelon, Recherches sur une annexe du tube digestif des Tuniciers. Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, Tom. XXXIX, 1875. Vergl. ferner Winiwarter, 1895.

Basis des Schwanzes zu einem Ganglion anschwillt und im weiteren Verlaufe noch eine Anzahl kleinerer Ganglien bildet (Fig. 719). Die Rückbildung des Nervencentrums bei den Ascidienlarven zu dem einfachen Ganglion beginnt nach Verlust des Schwanzes und nach Entfaltung des Kiemenkorbes.

Von *Sinnesorganen* sind zum Tasten dienende Fortsätze des Integumentes (Läppchenbesatz der Körperöffnungen und Tentakeln), sowie peripherische, in Epithelzellen endigende Nerven am meisten verbreitet. In die gleiche Kategorie dürften grössere cilientragende Zellen am Mundrand der Copelaten zu stellen sein. Als *Geruchsorgan* betrachtete man die sog. Flimmergrube, eine mit Wimperzellen bekleidete, vor dem Ganglion gelegene, in den Pharynx mündende Grube. Nach Julin ist dieselbe im Zusammenhange mit einer unter dem Ganglion gelegenen Drüse als Aequivalent der Hypophysis zu betrachten. Bei den Copelaten erscheint die langgestreckte Wimpergrube durch den vortretenden Rand stielförmig abgehoben und liegt an der rechten Seite des Ganglions. Eine *Gehörblase* findet sich linksseitig am Ganglion der Copelaten. Auch an den Ascidienlarven kehrt dieses aus einer Zelle der Gehirnblase entstandene Gebilde wieder, wird aber alsbald nach der Festheftung der Larve rückgebildet. Paarige Gehörbläschen treten bei den *Pyrosomen* auf, wo sie dem Ganglion mittelst kurzen Stieles verbunden sind. Als *Augenflecken* deutet man Pigmenthäufchen, welche sehr regelmässig an den Lippen der grossen Körperöffnungen bei einfachen und zusammengesetzten Ascidien auftreten. Einen complicirteren Bau zeigt das dem Ganglion anliegende und aus einem Abschnitt des Nervenrohres entstandene Auge der Ascidienlarven, welches sich später rückbildet, bei den *Pyrosomen* aber auch im ausgebildeten Zustande erhält und eine linsenähnliche Einlagerung besitzt.

Fig. 719.



Nervensystem von *Appendicularia (Fritillaria) furcata*, nach Fol. *G* Ganglion, *N* Rumpfnerv, *N'* Seitennerven, *Ot* Otolithenblase, *Rg* Riechgrube, *Tz* Tastzellen mit ihrem Nerv, *Wb* Wimperbogen.

Beiderlei *Geschlechtsorgane* sind stets in demselben Thiere vereint und haben die Form verästelter oder gelappter Schläuche, deren Ausführungsgang in die Kloake führt. Bemerkenswerth ist die Verwendung der das Ei umgebenden Follikelzellen zur Bildung von Zotten an der Eihautoberfläche, sowie die Entstehung von sog. Testazellen (eingewanderten Follikelzellen) an der Innenseite der Eihaut über der Substanz des Dotters.

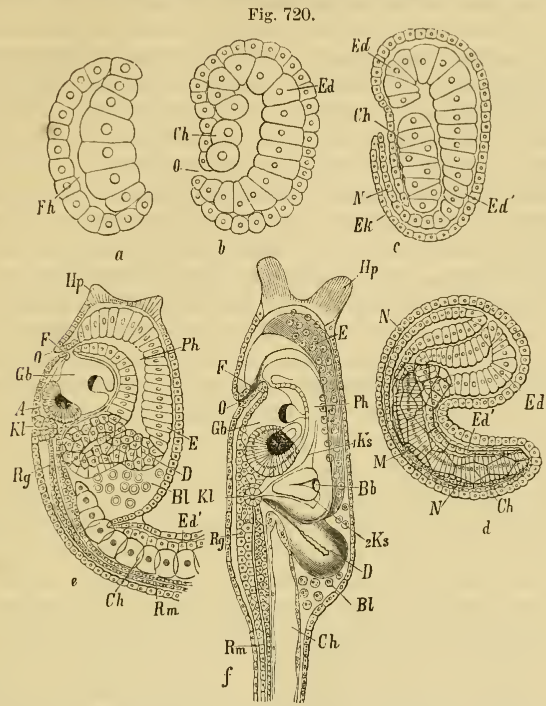
Die Entwicklung[1]) beginnt mit einer totalen Furchung, welche sich durch auffallende Symmetrie auszeichnet und zur Bildung einer Blastula führt. Diese gestaltet sich durch einen zwischen Einstülpung und Umwachsung die Mitte haltenden Vorgang zur Gastrula mit einem geringen Rest der primären Leibeshöhle zwischen äusserem und innerem, die Gastralhöhle umschliessenden Zellsack. Indem sich der anfangs weite Gastrulamund von vorn nach hinten mehr und mehr verengt, wird er zu einer kleinen, am hinteren Körperende gelegenen Oeffnung, von der aus längs der durch die Schliessung abgeplatteten Dorsalseite eine flache mediane Rinne an der ectodermalen Zellenlage auftritt. Die Ränder dieser die Anlage des Nervensystems bezeichnenden Rückenrinne, in deren Hinterende die Einstülpungsöffnung liegt, treten faltenartig als Rückenwülste hervor, umwachsen den engen Gastrulamund und schliessen, von hinten nach vorne vorwachsend, indem sie mit einander verschmelzen, die Rückenrinne zu einem vorne offen bleibenden Rohre, welches sich vom Ectoderm ablöst und als Nervenrohr zum Nervencentrum wird. Noch bevor sich diese Vorgänge vollzogen haben, treten zwei Zellreihen der Gastralwand unterhalb des Nervenrohres als Anlage des Chordastranges hervor. Die vordere Hälfte des Entodermsackes erzeugt den Kiemensack nebst Darmcanal, die hintere, dem sich schliessenden Gastrulamunde zugekehrte Hälfte bildet die Anlage nicht nur der Chorda, sondern auch des die Muskulatur und die Blutkörperchen liefernden Mesoderms, sowie eines Zellstranges unterhalb der Chorda (Fig. 720).

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung wächst der etwas gestreckte sphäroidische Körper am hinteren Ende in eine schwanzförmige Verlängerung aus, deren Achse von der nunmehr einfachen Zellenreihe der Chorda, dem Urochord, eingenommen wird, während dorsalwärts die Verlängerung des Nervenrohres, ventral zwei Reihen Entodermzellen liegen. Der hervorgewachsene Schwanz biegt sich nach der dem Nervensystem entgegengesetzten Seite ein und schlägt sich gegen den Körper um. Mit der weiteren Entwicklung beginnt die Oberhaut am Vorderende sich zu verdicken und drei Papillen hervorzutreiben, die späteren Haftpapillen. Die Anlage des Nervensystems, an der zwei mit lichtbrechenden Organen versehene Pigmentflecke auftreten (Auge und Gehörorgan), wird in ihrem vorderen Abschnitte zu einer Blase und erstreckt sich in ihrer Verlängerung oberhalb der Chorda (als Strang mit Centralcanal) in den Schwanz hinein. Der geschlossene Kiemendarmsack liegt dem Nervensystem dicht an, nicht aber der Bauchwand des Körpers, indem hier die Leibeshöhle eine mächtige Ausdehnung

[1]) Vergl. ausser A. Kowalevsky, Weitere Studien über die Entwicklung der einfachen Ascidien. Arch. für mikrosk. Anat., Bd. VII, 1871, Kupffer, Zur Entwicklung der einfachen Ascidien. Archiv für mikrosk. Anat., Tom. VIII, 1872. Lacaze-Duthiers, Arch. de Zool. expérim., 1874. Ed. van Beneden et Julin, La segmentation chez les Ascidiens. Bull. Acad. roy. de Belgique, IIIe sér., Tom. VII, 1884. O. Seeliger, Die Entwicklungsgeschichte der socialen Asciden. Jen. Zeitschr. für Naturw., Bd. XVIII, 1885.

erfährt, in welche rundliche Zellen des Mesoderms hineinrücken (Bildungselemente des Blutes, der Muskeln). Der Kiemensack wächst an seinem oberen hinteren Ende in die blindsackförmige Anlage des Darmcanals aus. Mund und Kloakenöffnung werden dadurch gebildet, dass am vorderen Körperende und an zwei dorsalen Stellen der Haut trichterförmige Gruben entstehen,

Fig. 720.



Entwicklung von *Phallusia mammillata*, nach Kowalevsky. *a* Keimblase in der Einstülpung begriffen. *Fh* Furchungshöhle. — *b* Gastrula mit Einstülpungsöffnung *O*, *Ed* Entoderm, *Ch* Chorda (Urochord-Anlage). — *c* Späteres Stadium. *Ek* Ectoderm, *N* Anlage des noch offenen Nervenrohres. — *d* Stadium mit Rumpf und Schwanz. *Ed'* Anlage von Darmdrüsenblattzellen im Schwanz, *M* Muskelzellen im Schwanz. *e* Ausschlüpfende Larve. *Rg* Rumpfganglion, *Rm* Verlängerung desselben in den Schwanz, *Gb* blasenförmige Höhle im Vorderende des Nervencentrums (Gehirnblase), *F* Oeffnung derselben, *A* Auge, *O* Mundeinstülpung, *Ph* Pharyngealhöhle, *E* Endostyl, *D* Darmanlage, *Kl* Atrialöffnung (Kloakenanlage), *Bl* Blutkörperchen, *Hp* Haftpapillen. — *f* Zwei Tage alte Larve (nur der Vorderkörper ist dargestellt). $_1Ks$, $_2Ks$ Kiemenlöcher, *Bb* Blutsinus in der ersten Kiemenleiste, *D* Darm.

welche die Wand des Kiemensackes durchbohren. Letztere führen zur Entstehung der ersten Kiemenspalten, zu welchen eine weitere grubenförmige Vertiefung der Haut, die Anlage des Peribranchialraumes (Kloake) hinzutritt. Nun durchbricht der Embryo, auf dessen Haut die abgeschiedene Gallertmasse nebst den eingewachsenen amöbenartig beweglichen Tunicazellen den Mantel bildet, die zottige Eihaut und tritt in das Stadium der

frei umherschwärmenden Larve ein, welche rechtsseitig vom Endostyl die Anlage des Herzens zeigt und alle Organe des späteren Ascidienleibes mit Ausnahme der Geschlechtsdrüsen besitzt, dann aber während der weiteren Entwicklung eine *regressive* Metamorphose zu bestehen hat. Nachdem sich die Larve mittelst der Haftpapillen festgesetzt hat, verkümmert der Schwanz. Das Nervensystem mit den anhängenden Sinnesorganen bildet sich zurück und büsst zunächst die Höhle ein; dagegen wächst der Kiemensack zu grösserem Umfange heran, und am Verdauungscanal sondern sich Oesophagus, Magen und Darm schärfer. Alsdann wächst der Mantel fest, die Mundöffnung wird zur Einwurfsöffnung des Kiemensackes und hinter ihr entsteht der Flimmerbogen am Vorderende der schon früher gebildeten Bauchfurche, an welcher sich der sog. Endostyl bildet.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung spielt die Vermehrung durch Knospung bei den stockbildenden Ascidien eine grosse Rolle. Nach Krohn, Metschnikoff und Kowalevsky betheiligen sich an der Knospenbildung ausser dem Ectoderm eine entodermale (bei *Botryllus* von der Atrialbekleidung stammende) Schicht, aber auch mesodermale Zellen. Manche Ascidien, wie *Perophora* und *Clavellina*, erzeugen durch Knospung Stolonen, von denen aus sich neue Individuen erheben, ohne jedoch ein einheitlich verbundenes System von Individuen herzustellen. Solche Knospencomplexe entwickeln sich dagegen bei den *Synascidien*, deren Individuen in einen gemeinsamen Mantel eingebettet sind. Zuweilen können die Larven bereits im geschwänzten Stadium Knospen bilden *(Didemnum)*. Bei der durch die sternförmige Gruppirung der Individuen um gemeinsame Kloaken ausgezeichneten Gattung *Botryllus* erzeugt die junge Form nur eine Knospe und geht noch vor der völligen Reife des Tochterindividuums geschlechtslos zu Grunde. Auch dieses weicht bald zweien durch Knospung erzeugten Individuen einer zweiten Generation, deren vier Sprösslinge sich kreisförmig gruppiren und nach dem Untergang der Erzeuger das erste „System“ mit gemeinsamer Kloake bilden. In analoger Weise entstehen nun Sprösslinge, welche die ältere Generation zum Absterben bringen; die neu entstandenen Systeme sind aber ebenso vergänglich und machen wieder neuen Platz, so dass mit dem Wachsthum des Stockes ein fortwährender Ersatz der älteren Generationen durch jüngere stattfindet. Bei diesem ununterbrochen fortschreitenden Verjüngungsprocess haben die zuerst gebildeten Generationen nur die provisorische Bedeutung der Begründung des Stockes, die späteren Generationen werden geschlechtsreif, und zwar geht die weibliche Reife der männlichen voraus. Die Eier der noch jungen hermaphroditischen Generationen werden von dem Sperma der älteren befruchtet; erst nach dem Absterben dieser letzteren haben sich die Hoden jener bis zur vollen Reife des Samens ausgebildet und übernehmen nun jene Generationen die doppelte Aufgabe: die Brutpflege ihrer eigenen bereits befruchteten Eier und die Befruchtung der nachrückenden Generationen.

1. Ordnung (meist als Classe getrennt). **Copelatae**[1]**, Tunicaten mit Larvenschwanz.**

Freischwimmend, von länglich-ovaler Körperform, mit Ruderschwanz und larvenähnlichem Habitus der Gesammtorganisation (Fig. 718). Ein Kloakenraum fehlt. Der After mündet an der Bauchseite direct nach aussen. Der Pharyngealsack ist nur von zwei Kiemenspalten durchbrochen. Herz quergestellt vom Pericard umschlossen. Das Blut strömt in lacunären Bahnen der Leibeshöhle. Ovarien und Hoden liegen im hinteren Körpertheil neben einander und entbehren der Ausführungsgänge. Das langgestreckte, in drei Partien eingeschnürte Gehirnganglion steht mit einer Wimpergrube und Otolithenblase in Verbindung und verlängert sich in einen ansehnlichen Nervenstrang, welcher in den Schwanz eintritt, an der Basis desselben in ein Ganglion anschwillt und im weiteren Verlaufe unter Abgabe von Seitennerven mehrere kleinere Ganglien bildet. Durch Achsendrehung des Schwanzes erhält der ursprünglich dorsalgelegene Schwanznerv eine seitliche Lage. Zu dieser Uebereinstimmung kommt die ansehnliche Chorda (Urochord), welche die ganze Länge des Schwanzes durchsetzt.

Einzelne Arten tragen eine pellucide Gallerthülle oder ein festeres Gehäuse mit sich herum. Ueber die Entwicklung dieser früher mit Unrecht für Larven gehaltenen Thierchen liegen nur unzureichende Angaben vor.

Fam. *Appendicularidae*. *Oikopleura* Mertens (*Appendicularia* Cham.). *Oi. cophocerca* Gegbr. *Fritillaria* Fol. Das Integument bildet vorne eine kapuzenähnliche Duplicatur. Schwanz $1^1/_2$mal so lang als der langgestreckte Leib. Endostyl gekrümmt. *Fr. furcata* C. Vogt, *Kowalevskia* Fol. Ohne Herz und Endostyl. Enddarm fehlt. *K. tenuis* Fol, Messina. *Megalocercus abyssorum* Chun., Mittelmeer, 3 Cm. lang.

2. Ordnung. **Monascidiae**[2]**, einfache und aggregirte Ascidien.**

Enthält sowohl solitär bleibende Formen, als verzweigte Stöckchen. Die letzteren oder geselligen Ascidien erheben sich auf verzweigten Wurzelausläufern und besitzen zeitweise oder dauernd einen gemeinsamen Kreislauf. Das Mantelparenchym zeigt meist eine hyaline durchsichtige Beschaffenheit. Dagegen ist der weit grössere Körper der solitär bleibenden Formen von einem knorpelig harten, sehr dicken und meist vollkommen undurchsichtigen Mantel umgeben, dessen Oberfläche oft warzige Erhebungen und mannigfache Einlagerungen besitzt (Fig. 716).

---

[1]) Vergl. C. Gegenbaur, Bemerkungen über die Organisation der Appendicularien. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. VI, 1855. H. Fol, Études sur les Appendiculaires du détroit de Messine. Mém. Soc. de phys. et d'hist. nat. de Génève, Tom. XXI, 1872.

[2]) Vergl. ausser Lacaze-Duthiers l. c. Heller, Untersuchungen über die Tunicaten des Adriatischen Meeres. I, II, III. Denkschrift der k. Akad. der Wissensch. Wien 1874 bis 1877. O. Seeliger l. c., Die Entwicklungsgeschichte der socialen Ascidien. A. Willey, Studies on the Protochordata. I. II. III. Quart. Journ. Microsc. Scienc. Vol. 34, Vol. 35, 1893.

Fam. *Clavelinidae.* Sociale Ascidien, deren gestielte Einzelthiere auf gemeinsamen verzweigten Stolonen oder an einem gemeinsamen Stamme entspringen. Der Leib zeigt zuweilen (*Clavelina*) die drei Regionen ähnlich den Polycliniden. *Clavelina* Sav., *Cl. lepadiformis* Sav., Nordsee, Mittelmeer (Fig. 716). *Perophora Listeri* Wiegm., Nordsee.

Fam. *Ascidiadae.* Solitäre Ascidien meist von bedeutender Grösse. Die Einzelthiere pflanzen sich, wie es scheint, nur ausnahmsweise durch Sprossung fort und stehen, wenn sie gesellig neben einander sitzen, nie durch eine gemeinsame Mantelhülle oder Blutgefässe im Zusammenhang. *Ascidia* L. (*Phallusia* Sav.), *A. mammillata* Cuv., Mittelmeer. *A. (Ciona) intestinalis* L. u. a. A. *Cynthia* Sav., *C. papillosa* Sav., *C. microcosmus* Cuv., *Chevreulius* Lac. Duth., Mittelmeer.

Sehr merkwürdige aberrante Formen sind die Tiefsee-Ascidien: *Hypobythius calycodes* Mos. und *Octacnemus bythius* Mos.

3. Ordnung. **Synascidiae (Ascidae compositae[1]), zusammengesetzte Ascidien.**

Zahlreiche Einzelthiere liegen in einer gemeinsamen Mantelschicht und bilden massige halbweiche, lebhaft gefärbte Stöckchen, welche von schwammiger oder gelappter Form, nicht selten rindenartig fremde Gegenstände überziehen. Fast stets gruppiren sich die Einzelthiere in bestimmter Zahl um gemeinsame Kloaken, so dass am Stocke runde oder sternförmige Systeme mit Centralöffnungen entstehen (Fig. 717). Der Leib bleibt bald einfach und kurz, bald zerfällt er bei einer grösseren Streckung in zwei oder drei Abtheilungen und entsendet blutführende Ausläufer und verästelte Fortsätze in die gemeinsame Mantelmasse.

Fam. *Botryllidae.* Die Eingeweide des einfachen, nicht in Rumpf und Abdomen gegliederten Leibes liegen neben der Athemhöhle. Keine Läppchen an der Einfuhrsöffnung. *Botryllus stellatus* Pall., *B. violaceus* Edw.

Fam. *Didemnidae.* Die Eingeweide rücken grossentheils hinter die Athemhöhle, und es scheidet sich der Körper in zwei Abtheilungen, in Thorax und Abdomen. *Didemnum* Sav., *D. styliferum* Kow., *Leptoclinum candidum* Sav.

Fam. *Polyclinidae.* Der sehr langgestreckte Körper der Einzelthiere theilt sich in Thorax, Abdomen und Postabdomen ab. Das Herz liegt am hinteren Körperende, *Amaroecium* Edw., *A. proliferum* Edw., *Polyclinum* Sav.

4. Ordnung. **Ascidiae salpaeformes[2]), salpenähnliche Ascidien.**

Freischwimmende, an der Meeresoberfläche flottirende Colonien, von der Form eines fingerhutähnlichen ausgehöhlten Tannenzapfens, mit zahlreichen senkrecht zur Längsachse gerichteten Einzelthieren in dem gemeinsamen

---

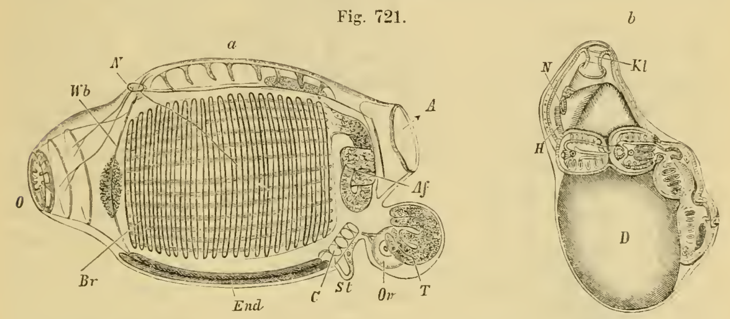
[1]) Ausser Savigny vergl. M. Edwards, Observations sur les Ascidies composées des côtes de la Manche. Mém. Acad. sc., Tom. XVIII. Paris 1842. A. Giard, Recherches sur les Synascidies. Arch. de Zool. expérim., Tom. I. Paris 1872. A. Kowalevsky, Ueber die Knospung der Ascidien. Archiv für mikrosk. Anatomie, Taf. X, 1874. R. v. Drasche, Die Synascidien der Bucht von Rovigno. Wien 1883.

[2]) Th. Huxley, Anatomy and development of Pyrosoma. Transact. Lin. Soc., 1860. W. Keferstein und Ehlers, Zoologische Beiträge. Leipzig 1861. A. Kowalevsky, Ueber die Entwicklungsgeschichte der Pyrosomen. Archiv für mikrosk. Anat., Bd. XI, 1875. W. Salensky, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pyrosomen. Zool. Jahrb. Bd. IV u. V, 1891 u. 1892.

gallertigknorpeligen Mantelgewebe. Die Einfuhrsöffnungen liegen in unregelmässigen Kreisen an der äusseren Oberfläche, die Auswurfsöffnungen münden ihnen gegenüber in den als gemeinsame Kloake dienenden Hohlraum. Der Kiemensack ist weit und gegittert, wie bei den Ascidien. Darm und Ovarium liegen nucleusartig zusammengedrängt in einem rundlichen Höcker, daneben das Herz. Das Ovarium bringt nur ein Ei zur Reife, welches von einem langgestielten sackförmigen Follikel umgeben ist. Der Stiel bildet den Oviduct und öffnet sich in den Kloakenraum. Das Ganglion mit aufliegendem Auge. Durch dieses letztere, sowie durch die Lage der beiden Athemöffnungen und der Eingeweide, durch die Art der Fortpflanzung und die freie Locomotion nähern sich unsere Thiere den Salpen (Fig. 721 *a*, *b*).

Die Knospung erfolgt mittelst eines am hinteren Ende des Endostyls gelegenen Stolo, welcher die Anlagen sämmtlicher wichtigen Organe enthält.

Fig. 721.



a Ein Individuum von *Pyrosoma*, nach Keferstein. *O* Mund, *A* Auswurfsöffnung, *Af* After, *Ov* Ovarium, *T* Hoden, *N* Ganglion, *Br* Kiemensack, *End* Endostyl, *Wb* Wimperbogen, *C* Herz, *St* Stolo prolifer. — *b Cyathozooid* von *Pyrosoma*, nach Kowalevsky. *H* Herz, *Kl* Kloake, *D* Dotter, im Umkreis die vier Ascidiozooids.

Neben der Knospung findet an demselben Individuum geschlechtliche Fortpflanzung statt.

Das Ei entwickelt sich innerhalb eines Ovarialsackes zu einem Embryo, welcher als verkümmertes ascidienähnliches Individuum *(Cyathozooid)* durch Sprossung mittelst Stolo eine Gruppe von vier Individuen *(Ascidiozooidien)* erzeugt, selbst aber zu Grunde geht. Die vier Ascidiozooidien bilden die erste Anlage der Colonie und pflanzen sich sowohl durch Knospung als geschlechtlich fort.

Die Pyrosomen führen ihren Namen von dem prachtvollen Licht, welches ihr Leib ausstrahlt. Nach Panceri sind es paarige, in der Nähe des Mundes gelegene Zellengruppen, von denen die Lichterscheinung ausgeht.

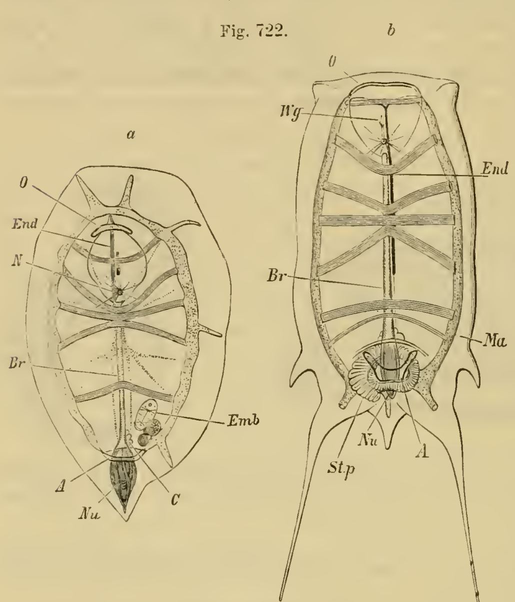
Fam. *Pyrosomidae*, Feuerwalzen. Die von Péron im Atlantischen Ocean entdeckten Thiere wurden anfänglich für solitär gehalten. *Pyrosoma* Pér., *P. atlanticum* Pér., *P. elegans* und *giganteum* Les. aus dem Mittelmeer.

II. Classe. Thaliacea [1]), Salpen.

Freischwimmende, glashelle Tunicaten von walzen- oder tonnenförmiger Körpergestalt, mit endständigen, einander gegenüberliegenden Mantelöffnungen und bandförmiger oder lamellöser, auf den Dorsaltheil des Pharyngealsackes beschränkter Kieme, mit knäuelartig zusammengedrängten Eingeweiden.

Die salpenähnlichen Tunicaten (Fig. 722 *a, b*) sind glashelle Walzen und Tönnchen von gallert-knorpeliger Consistenz, die, entweder als solitäre Thiere oder zu Ketten (meist in Doppelreihen) vereinigt, unter rhythmisch wechselnder Verengerung und Erweiterung ihrer Athemhöhle an der Oberfläche des Meeres schwimmend dahintreiben. Die beiden Oeffnungen liegen einander gegenüber, der Mund (Einfuhrsöffnung) am vordern, die Auswurfsöffnung am hintern Körperende, der Rückenfläche genähert. Die erstere erweist sich in der Regel als eine breite, von beweglichen Lippen begrenzte Querspalte und führt in den weiten, aus der Pharyngealhöhle und Kloake bestehenden Athemraum, in welchem sich schräg von der Rückenfläche nach unten und hinten die bandförmige oder lamellöse Kieme ausspannt. Bei *Doliolum* erscheint die Kieme als schräge Scheidewand, die von zwei seitlichen Reihen grosser Querschlitze durchbrochen

Fig. 722.



a Salpa mucronata, b S. democratica. O Mund, *A* Auswurfsöffnung, *N* Ganglion, *Br* Kieme, *End* Endostyl, *Wg* Wimpergrube, *Ma* Mantel, *Nu* Eingeweidenucleus, *C* Herz, *Emb* Embryo. *Stp* Stolo prolifer.

[1]) Vergl. Th. Huxley, Observations upon the anatomy and physiology of Salpa and Pyrosoma, together with remarks upon Doliolum and Appendicularia. Phil. Transact. London 1851. R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen, Heft II. Giessen 1854. C. Gegenbaur, Ueber den Entwicklungscyklus von Doliolum nebst Bemerkungen über die Larven dieser Thiere. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. VII. C. Grobben, Doliolum und sein Generationswechsel etc. Arb. aus dem zool. Institute in Wien, Tom. IV, 1882. B. Ulianin, Die Arten der Gattung Doliolum etc. Leipzig 1884. Vergl. ferner O. Seeliger u. A.

wird, durch welche das Wasser aus der Pharyngealhöhle in den Kloakenraum abfliesst. Bei *Salpa* sind die Querschlitze jederseits durch eine sehr grosse Kiemenspalte vertreten, so dass die Kiemenwand auf eine mediane bandförmige Leiste (dem Mitteltheile der Doliolumkieme entsprechend) reducirt ist. Im Pharyngealraum verlaufen die beiden Flimmerbögen, welche den Eingang der Athemhöhle umgrenzen, sowie an der Ventralseite der Endostyl, von welchem eine Flimmerrinne zum Oesophagus führt.

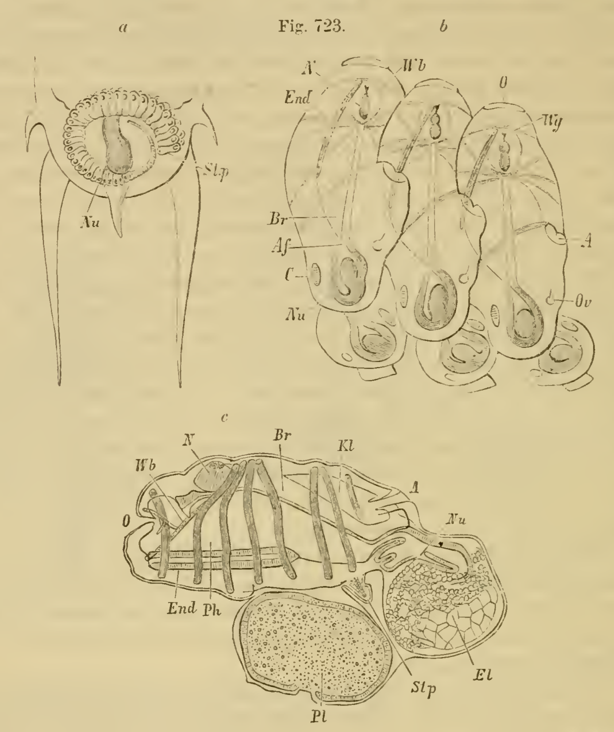
Der *Nahrungscanal* liegt, zu einem lebhaft gefärbten Knäuel *(Nucleus)* verpackt, an der untern und hintern Seite des Körpers, mit den übrigen Eingeweiden, dem Herzen und den Geschlechtsorganen zusammengedrängt, um welche sich der Mantel nicht selten zu einer kugeligen Auftreibung verdickt. *Nervensystem, Sinnes-* und *Bewegungsorgane* zeigen im Zusammenhange mit der freien Locomotion einen höheren Grad der Ausbildung als bei den Ascidien. Der Ganglienknoten mit seinen zahlreichen Nerven liegt oberhalb der Anheftungsstelle des Kiemenbandes und erreicht eine ansehnliche Grösse. Gewöhnlich *(Salpa)* erhebt sich auf dem Ganglion ein birnförmiger oder kugeliger Fortsatz mit hufeisenförmigem braunrothen Pigmentfleck und zahlreichen stäbchenförmigen Einlagerungen, welche die Auffassung dieses Gebildes als Auge wohl über allen Zweifel erheben. In anderen Fällen *(Doliolum)* liegt an der linken Körperseite eine durch einen langen Nerven mit dem Gehirn verbundene Gehörblase. Auch die mediane Flimmergrube findet sich in der Athemhöhle vor dem Gehirne. Eigenthümliche, wahrscheinlich zum Tasten dienende Sinnesorgane werden bei *Doliolum* in den Läppchen der beiden Mantelöffnungen, aber auch an anderen Stellen der äusseren Haut beobachtet, und zwar als Gruppen rundlicher Zellen, an welche Nerven herantreten.

Die Locomotion wird durch breite, den Athemraum reifartig umspannende Muskelbänder bewirkt, welche diesen bei ihrer Zusammenziehung verengen. Indem hierbei ein Theil des Wassers aus der Auswurfsöffnung ausgestossen wird, schiesst der Körper in Folge des Rückstosses in entgegengesetzter Richtung fort.

Die Fortpflanzung der Salpen ist alternirend eine geschlechtliche und ungeschlechtliche; auf dem erstern Wege entstehen die solitären Salpen, auf dem letztern die Salpenketten. Die Individuen der Salpenkette sind die Geschlechtsthiere, welche keinen Stolo bilden; die solitären Salpen pflanzen sich nur ungeschlechtlich durch Knospung mittelst eines ventral gelegenen Stolo fort. Da beide Salpenformen, welche sowohl durch Grösse und Körpergestalt, als durch den Verlauf der Muskelbänder und anderweitige Differenzen der Kiemen und Eingeweide abweichen, in dem Lebenscyklus der Art gesetzmässig alterniren, so stellt sich die Entwicklung als ein Generationswechsel dar, der eine noch grössere Complication erlangen kann *(Doliolum)*. Schon lange vor Steenstrup wurde dieser Wechsel von solitären Salpen und Kettengenerationen von dem Dichter Chamisso entdeckt.

Die Salpen der Kettenform sind Zwitter, deren beiderlei Geschlechtsorgane nicht gleichzeitig zur Anlage und Thätigkeit kommen. Schon frühzeitig, alsbald nach dem Freiwerden der Kette, tritt die weibliche Geschlechtsreife ein, während sich die Hoden-Blindschläuche erst später ausbilden und noch später Samen erzeugen. Fast stets reduciren sich bei *Salpa* die weiblichen Theile auf eine vom Blut umspülte, ein einziges Ei einschliessende

Fig. 723.

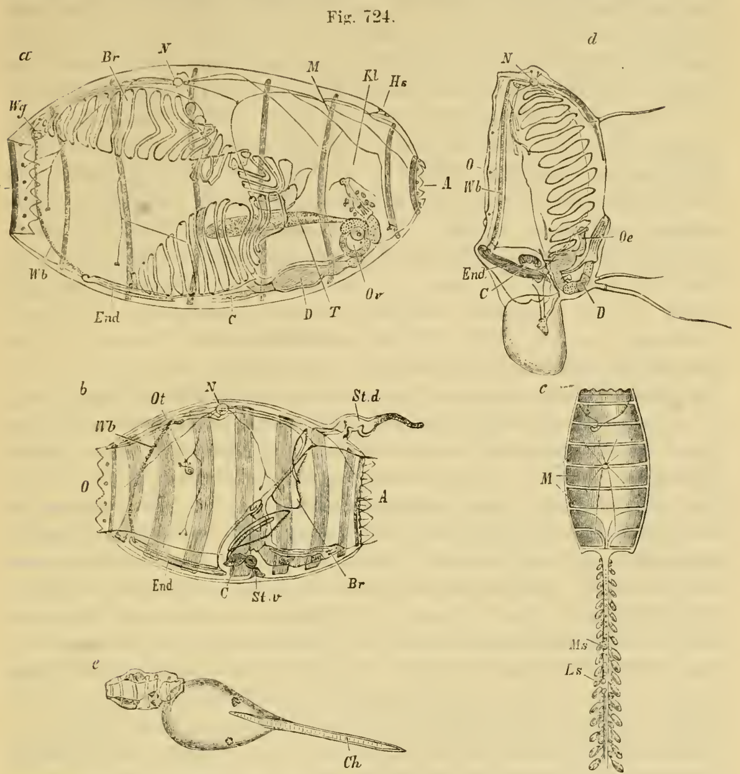


a Hinterende von *Salpa democratica*, von der Bauchseite gesehen. *Stp* Stolo prolifer, *Nu* Nucleus. — *b* Endstück des Stolo = junge Kette, stärker vergrössert. *O* Mund, *A* Auswurfsöffnung, *N* Nervencentrum (Ganglion), *Wg* Wimpergrube, *Wb* Wimperbogen, *End* Endostyl, *Af* After, *Br* Kieme, *Nu* Nucleus (Darm), *Ov* Ovarium, *C* Herz. — *c* Embryo von *Salpa democratica*, letzterer nach einer Zeichnung von C. Grobben. *El* Elaeoblast, *Pl* Placenta, *Ph* Pharyngealhöhle, *Kl* Kloakenhöhle.

Kapsel, welche in einiger Entfernung vom Nucleus durch einen engen, stielförmigen Gang an der rechten Seite in den Athemraum ausmündet (Fig. 723 *b*). Nach der Befruchtung erfährt das Ei eine inäquale Furchung und sehr merkwürdige unter Betheiligung einwandernder Follikelzellen verlaufende Veränderungen. Es verkürzt sich der Stiel, das sich vergrössernde Ei nähert sich mehr und mehr der inneren Auskleidung der Athemhöhle und bildet

mit seiner Umhüllung einen vorspringenden Zapfen, in welchem dasselbe, wie in einem Brutraum, die Embryonalentwicklung durchläuft. [1])

Fig. 724.



Die Formen von *Doliolum denticulatum*. *a*, *b*, *d*, *e* nach C. Grobben, *c* nach Gegenbaur. *a* Geschlechtsthier. *O* Mund, *A* Auswurfsöffnung, *Kl* Kloakenraum, *N* Nervencentrum, *Hs* Hautsinnesorgan, *Wb* Wimperbogen, *Wg* Wimpergrube. *End* Endostyl, *Br* Kieme, *C* Herz, *D* Darm, *T* Hoden, *Ov* Ovarium, *M* Muskelreifen. — *b* Erste Ammengeneration. *Stv* Ventraler Stolo, *Std* dorsaler Stolo, *Ot* Gehörorgan. — *c* Dieselbe in einem älteren Stadium, mit ausgebildetem dorsalen Stolo und rückgebildeten Darm und Kieme (schwächer vergrössert). *Ms* Mediansprossen, *Ls* Lateralsprossen. — *d* Das aus der Lateralsprosse erzeugte Nährthier mit grossem Mund und ohne Kloake. *Oe* Oesophagus. — *e* Doliolumlarve mit Larvenschwanz. *Ch* Chorda (Urochord) derselben.

Im Verlaufe der Entwicklung bildet sich zwischen Embryo und Mutter eine Placenta, welche für die Ernährung und das Wachsthum des Embryos von

[1]) Ausser R. Leuckart l. c. vergl. Kowalevsky, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Tunicaten. Entwicklungsgeschichte der Salpen. Nachr. von der k. Ges. der Wissensch., Göttingen, Nr. 19. 1868. W. Salensky, Ueber die embryonale Entwicklungsgeschichte der Salpen. Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. XXVII, 1876. Derselbe, Ueber die Knospung der Salpen. Morph. Jahrb., Bd. III, 1877. Derselbe, Neue Untersuchungen

grosser Bedeutung ist. Mit der weiteren Ausbildung der Organanlagen, welche im Allgemeinen mit jener der Ascidien übereinstimmt, setzt sich die Placenta von dem Embryonalleib schärfer ab, an dessen Hinterende eine als Elaeoblast bekannte Bildung — das Aequivalent der Chorda — auftritt (Fig. 723*c*). Erst nach relativ langer Zeit werden die Embryonen als kleine, völlig entwickelte Salpen noch mit dem Ueberrest der Placenta und des Elaeoblastes geboren.

Die solitäre, geschlechtlich erzeugte Salpe wächst während des freien Lebens bedeutend weiter, bleibt aber stets geschlechtslos, wogegen sie durch Knospung an einem Stolo zahlreiche zu einer Kette vereinigte Individuen hervorbringt. Dieser Stolo oder Keimstock ist ein die wichtigsten Organanlagen enthaltender Fortsatz, dessen Innenraum vom Blutstrom durchsetzt wird und an dessen Wandung die Knospen hervorwachsen. Bei *Salpa* liegt der Keimstock wie jener der Ascidien an der Bauchseite und tritt später in eine besondere äusserlich geöffnete Aushöhlung der Körperbedeckung ein (Fig. 723*a*). Bei der ausserordentlichen Productivität des Keimstockes trifft man stets mehrere Knospensätze verschiedenen Alters hintereinander an, welche sich successive als selbstständige Ketten lösen.

Complicirter gestaltet sich die Entwicklung bei *Doliolum*, nicht nur durch die Metamorphose, welche die aus den abgesetzten Eiern hervorgegangenen Jungen als geschwänzte Larven durchlaufen, sondern durch das Auftreten einer zweiten Ammengeneration (Fig. 724). Es entstehen bei der aus dem Ei hervorgegangenen, vom Geschlechtsthiere differenten Ammengeneration an einem dorsalen Stolo *Mediansprossen* und *Lateralsprossen* (Gegenbaur), während der ventrale Salpenstolo (rosettenförmiges Organ) rudimentär wird. Nach Ulianin soll jedoch der letztere die Urknospen liefern, welche auf den nach ihm nur als Träger der Knospen aufzufassenden sog. dorsalen Stolo hinaufgelangen. Die Lateralsprossen sind pantoffelförmig gestaltet und entbehren des Kloakenraumes; sie pflanzen sich nicht fort, sondern besorgen die Ernährung der Amme, welche mit ihrem weiteren ansehnlichen Wachsthume Kieme und Darm verliert, dagegen die Muskulatur zu mächtiger Entwicklung bringt. Die Mediansprossen entwickeln sich zu Individuen, welche bis auf den Mangel der Geschlechtsorgane den Geschlechtsthieren gleichen und eine zweite Ammengeneration repräsentiren, welche nach der Ablösung an einem bauchständigen Keimstock die Geschlechtsthiere erzeugt.

1. Ordnung. **Desmomyaria**, Salpen.

Walzenförmige, meist dorso-ventral abgeflachte Formen mit bandförmigen Muskelreifen und dickem Mantel (Fig. 722). Die vordere Oeffnung

über die embryonale Entwicklung der Salpen. Mittheil. der zool. Station in Neapel. Bd. IV, 1883. O. Seeliger, Die Knospung der Salpen. Jen. Zeitschr., Bd. XIX, 1885. Vergl. ferner die Schriften von Barrois, Todaro. W. K. Brooks, The genus Salpa. Baltimore 1893. K. Heider, Beiträge zur Embryologie von Salpa fusiformis Cuv., Frankfurt 1895.

verschliessbar, mit klappenartiger Lippe. Die Kieme erstreckt sich vom Ganglion bis zum Oesophaguseingang und ist in Folge der Entwicklung zweier grosser seitlicher Kiemenspalten auf ein medianes Band reducirt. Die Eingeweide sind am Ende der Bauchseite zu dem sog. Nucleus zusammengedrängt. Solitäre, mittelst Stolo sich fortpflanzende Generationen alterniren in regelmässigem Wechsel mit Geschlechtsthieren, den Individuen der aus den Knospen des Keimstockes hervorgegangenen Kettenform. Die weibliche Geschlechtsreife geht der männlichen Geschlechtsreife voraus. Das einzige Ei entwickelt sich zu einem Embryo, welcher im Brutsack des Mutterthieres vermittelst eines Placentaorganes ernährt und als solitäre Salpe (Ammenform) lebendig geboren wird (Fig. 723 *c*).

Fam. *Salpidae*. *Cyclosalpa pinnata* Forsk., *Salpa democratica mucronata* Forsk., Adria und Mittelmeer, *S. africana maxima* Forsk., Mittelmeer und Adria, *S. cordiformis* Quoy, Gaim., *S. zonaria* Pall.

2. Ordnung. **Cyclomyaria.**

Von tonnenförmiger Körpergestalt, mit zartem Mantel. Mund- und Kloakenöffnung, von Läppchen umstellt. Muskeln ringförmig geschlossen (Fig. 724). Die Rückwand der Pharyngealhöhle ist eine von zahlreichen Spalten durchsetzte, schräg gestellte oder knieförmig gebogene und weit nach vorne ausgedehnte Kiemenlamelle. Der Darmcanal nicht nucleusartig zusammengedrängt. Das Ovarium enthält mehrere Eier. Der Hoden reift zu gleicher Zeit mit dem Ovarium. Die aus den Eiern ausschlüpfenden Jugendformen sind Larven mit Schwanz. Bei der ersten Amme liegt eine grosse Gehörblase an der linken Seite. Die Entwicklung erfolgt mittelst complicirten Generationswechsels.

Fam. *Doliolidae*. *D. denticulatum* Quoy., Gaim. Kieme knieförmig gebogen, mit circa 45 Spalten jederseits (Fig. 224). *D. Mülleri* Krohn. Kieme aufrecht, jederseits 10 bis 12 Spalten. Mittelmeer. *D. Ehrenbergii* Krohn.

Hier reiht sich die bisher nur in Stolonenbruchstücken bekannt gewordene *Anchinia (Doliopsis) rubra*[1]) C. Vogt an, deren Zooide rücksichtlich ihrer Anordnung lebhaft an die Medianknospen des dorsalen Stolo von Doliolum erinnern, jedoch im Gegensatze zu letzteren Geschlechtsorgane besitzen und der geringen Entwicklung ihrer Muskulatur wegen kaum zum freien Leben befähigt sind. Bislang nur in Villafranca bei Nizza gefunden.

---

[1]) C. Vogt, Recherches sur les animaux inférieurs de la Méditerranée. Mémoires de l'institut national genevois, 1854, II. A. Kowalevsky et J. Barrois, Matériaux pour servir à l'histoire de l'Anchinie. Journ. de l'Anat. et Phys., Paris 1883.

IX. Thierkreis.

Vertebrata, Wirbelthiere.[1]

Gegliederte Bilateralthiere mit innerem Skelet (Wirbelsäule), welches durch dorsale Ausläufer (obere Wirbelbogen) das Nervencentrum (Rückenmark und Gehirn), durch ventrale Ausläufer (Rippen) eine Höhle (Visceralhöhle) zur Aufnahme der vegetativen Organe umschliesst, mit zwei Extremitätenpaaren.

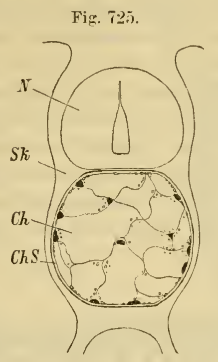
Schon Aristoteles fasste die Wirbelthiere als *blutführende Thiere* zusammen und hob den Besitz einer knorpeligen oder knöchernen Skeletsäule als gemeinsames Merkmal derselben hervor. Erst Lamarck erkannte in dem Vorhandensein der Wirbelsäule den wichtigsten Charakter und führte noch vor Cuvier den Namen der *Wirbelthiere* in die Wissenschaft ein. Indessen erscheint diese Bezeichnung streng genommen nur als Ausdruck für eine bestimmte Entwicklungsstufe des Skeletes, welches in seiner ersten ungegliederten Anlage als Chorda persistiren kann *(Amphioxus, Myxine)*. Die wichtigsten Eigenthümlichkeiten beruhen daher nicht auf dem Vorhandensein von inneren Wirbeln und der Wirbelsäule, sondern auf einer *Combination von Merkmalen, welche die gegenseitige Lage der Organe und die Art der Embryonalentwicklung* betreffen. Dem entsprechend würden wir unter Wirbelthieren metamerisch gegliederte Bilateralthiere verstehen mit achsenständiger Skeletanlage *(Chorda dorsalis)*, an deren Rückenseite das Nervencentrum gelagert ist, während ventralwärts der Darmcanal, Mund und After, sowie an der Bauchseite desselben das Herz ihre Lage haben.

Das Vorhandensein eines inneren Skeletes ist als Charakter dieses Thierkreises von grosser Bedeutung. Während die stützenden Hartgebilde der Wirbellosen fast ausschliesslich durch die Erstarrung und Gliederung der äusseren Haut erzeugt werden, treffen wir hier das entgegengesetzte Verhältniss in der Lage der festen Theile zu den Weichtheilen an, indem die ersteren in der Achse des Leibes ihren Ursprung nehmen und Fortsätze nach der Rücken- und Bauchseite entsenden. Bei den einfachsten und niedersten Wirbelthieren bleibt das Achsenskelet ein elastischer Strang *(Chorda dorsalis)*, welcher — wahrscheinlich dem Chordastrang der Tunicaten homolog (Chordonier) — bei allen höheren Formen im Embryonalleben wiederkehrt und die Voranlage der Wirbelsäule bildet (Fig. 725). Dieser Achsenstrang wird von einer structurlosen Scheide (cuticulare Chordascheide) und von dem skeletbildenden Gewebe umhüllt, dessen dorsale

[1]) Ausser den Werken von Cuvier, F. Meckel und J. Müller vergl. R. Owen, On the Anatomy of Vertebrates, Vol. I. II. III. London 1866—1868. C. Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl., Leipzig 1878. Th. H. Huxley, A Manual of the Anatomy of vertebrated animals. London 1871. O. Hertwig, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. 5. Auflage, 1896.

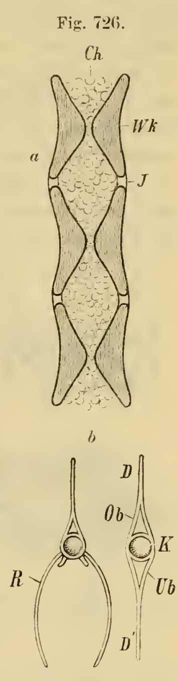
Ausläufer das als Medullarrohr angelegte Nervencentrum umwachsen, während die ventralen ein Gewölbe über den Blutgefässstämmen und Eingeweiden bilden. Von diesem skeletogenen, aus der Sklerotomwucherung der Urwirbel entstandenen Gewebe sondert sich vornehmlich bei den Vertebraten mit persistirender Chorda (Cyclostomen, Knorpelganoiden, Dipnoer) eine innere fibröse Schicht, welche sich von dem aufgelagerten skeletogenen Gewebe durch eine *Elastica externa* abgrenzt. Da, wo das innere Skelet eine festere Beschaffenheit gewinnt, tritt an demselben ebenso wie an dem Hautpanzer der Gliederthiere eine Segmentirung ein. Diese Umgestaltung wird durch Veränderungen an dem skeletogenen Gewebe eingeleitet, indem dieser knorpelige oder knöcherne Ringe erzeugt, welche die Anlagen der Wirbelkörper darstellen. Dieselben verdrängen die Chorda, und zwar um so vollständiger, je mehr sie sich zu der Gestalt biconcaver Knorpel- oder Knochenscheiben entwickeln, und treten mit schon früher gebildeten knorpeligen oder knöchernen Bogenstücken in der Umgebung der Rückenmarks- und Eingeweidehöhle zur Bildung eines Wirbels in Verbindung (Fig. 726 *a, b*). Derselbe besteht sonach aus einem mittleren Hauptstück, dem *Wirbelkörper,* häufig mit Resten der Chorda in seiner Achse, zwei oberen Bogenstücken *(Neurapophysen)* und zwei unteren Bogenstücken *(Haemapophysen).* Obere wie untere Bogenstücke werden durch unpaare Elemente, *Dornfortsätze,* geschlossen. Die Seitenfortsätze *(Pleurapophysen),* welche an verschiedenen Stellen, sowohl an den oberen Bögen, als an den Wirbelkörpern, auftreten, sind Ausläufer und Fortsätze, keineswegs aber selbstständige Gebilde. Dagegen treten als solche knorpelige oder knöcherne Seitenstäbe, die *Rippen,* hinzu, welche entweder an die Hämapophysen (Fische) oder an die Pleurapophysen angeheftet, den die Eingeweide einschliessenden Theil der Leibeshöhle bogenförmig umgürten.

Fig. 725.



Querschnitt durch die Chorda dorsalis *(Ch)* der Unkenlarve, nach Goette. *ChS* Chordascheide, *Sk* skeletogene Schicht, *N* Rückenmark.

Fig. 726.

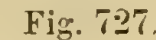


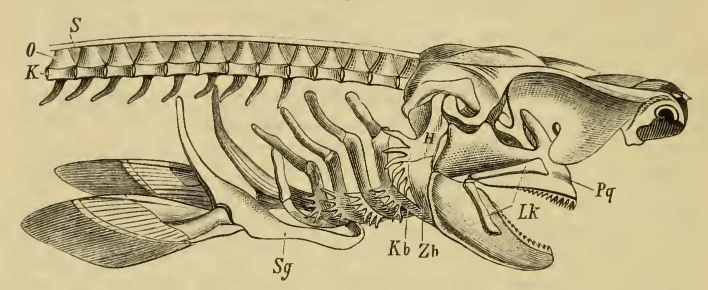
a Schema der Wirbelsäule eines Teleostiers mit intervertebralem Wachsthum der Chorda. *Ch* Chorda. *Wk* knöcherner Wirbelkörper. *J* häutiger intervertebraler Abschnitt. — *b* Fischwirbel. *K* Körper, *Ob* obere Bögen, (Neurapophysen), *Ub* untere Bögen (Haemapophysen), *D* oberer Dornfortsatz, *D'* unterer Dornfortsatz, *R* Rippe.

Auf einer höheren Entwicklungsstufe weicht die ursprüngliche homonome Gliederung des Skeletes einer heteronomen Gliederung, welche zur

Entstehung einer Anzahl von Regionen führt. Auch in dieser Hinsicht besteht eine Parallele zwischen Gliederthieren und Vertebraten.

Zunächst sondert sich überall ein vorderer Abschnitt als *Kopf* von dem nachfolgenden gleichmässig gegliederten *Rumpf* (Fig. 727), und zwar im innigen Zusammenhange mit der Ausbildung der vorderen Partie des Nervencentrums zum Gehirn und mit dem hier gelegenen Eingangsabschnitte des Darmcanals. Der dem oberen Bogensystem zugehörige Canal erweitert sich hier zur Schädelkapsel, an deren Ventralseite sich Knorpelbögen — Visceralapparat — anlegen, von denen die vorderen als Kiefer mit *Zähnen* bewaffnet sind und den Eingang in die Ernährungsorgane umschliessen. Auf die Kieferbögen folgt noch eine Anzahl von Bögen, welche als Zungenbein- und Kiemenbögen den Schlund umlagern. Indem der hintere Abschnitt des Rumpfes nicht zur Begrenzung der Leibeshöhle beiträgt, zerfällt der


Fig. 727.

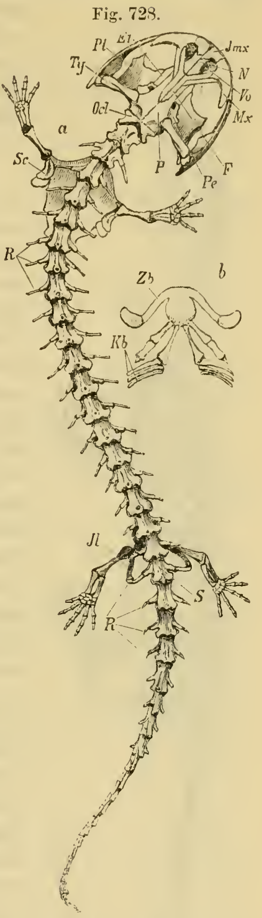


Kopf und vorderer Abschnitt der Wirbelsäule von *Acanthias*, nach R. Owen. *K* Wirbelkörper, *O* oberer Bogen, *S* Schaltstück (Intercalare), *Pq* Palatoquadratum, *Lk* Lippenknorpel, *H* Hyomandibulare, *Zb* Zungenbeinbogen, *Kb* Kiemenbogen, *Sg* Schultergürtel.

Rumpf zunächst in zwei Regionen, in den *Rumpf* im engeren Sinne mit rippentragenden Wirbeln zur Umgürtung der von dem Bauchfell (Peritoneum) ausgekleideten Leibeshöhle, und in den *Schwanz* mit canalartig geschlossenen Hämapophysen. Diese einfachste Gliederung des Rumpfes tritt bei den niederen Wirbelthieren auf, welche durch Biegungen und Schlängelungen vornehmlich der hinteren Region der Wirbelsäule die Propulsivkraft zur Fortbewegung ihres Leibes erzeugen und als Fische im Wasser leben. Bei den in der Erde oder auf dem Erdboden heimischen Landthieren ist auch die verlängerte Wirbelsäule in ihren Elementen überaus verschiebbar; doch ist dieses Verhalten auf eine secundäre, mit der Rückbildung, beziehungsweise dem Ausfall der Gliedmassen verbundene Gestaltung zurückzuführen. Bei den höheren Wirbelthieren jedoch, bei welchen wie bei den Arthropoden die zur Locomotion des Körpers dienenden Leistungen auf Gliedmassen übertragen werden, erscheint mit deren Ausbildung die Bewegung der Hauptachse reducirt und an manchen Abschnitten sogar aufgehoben.

Die *Extremitäten* sind auf ein vorderes und hinteres Paar beschränkt. Bei den niederen Formen fungiren sie blos als Flossen oder als Nachschieber und üben neben der Wirbelsäule nur einen untergeordneten Einfluss auf die Locomotion aus. In solchen Fällen bleibt die Gliederung des Rumpfes noch überaus gleichartig. Erst da, wo die Art der Locomotion einen grösseren Kraftaufwand, sowie eine mächtigere Entfaltung der Extremitäten und eine festere Verbindung derselben mit dem Achsenskelet erfordert, gewinnen am Rumpfe verschiedene aufeinander folgende Wirbelcomplexe eine verschiedene Gestaltung und heben sich als besondere Regionen ab. Da die hintere Extremität die Hauptstütze des Leibes ist und vornehmlich die Propulsivkraft erzeugt, erscheint zunächst ihr Gürtel meist unbeweglich mit einem Abschnitte der Wirbelsäule verschmolzen, welcher sich durch die feste Verbindung seiner Wirbel auszeichnet (Fig. 728). Diese zwischen Rumpf und Schwanz gelegene Grenzregion, die *Sacralregion,* ist anfangs nur durch einen einzigen (Amphibien), dann durch zwei (Reptilien) (Fig. 729) und bei den höheren Vertebraten durch eine grössere Zahl von Wirbeln gebildet, deren Querfortsätze besonders mächtig werden und sich mittelst der zugehörigen Rippenanlagen mit dem Hüftbein des Extremitätengürtels fest verbinden. Mit der Entwicklung der vorderen Extremität und dem Bedürfniss einer Verbindung derselben mit dem Rumpf tritt auch am vorderen Abschnitte eine festere Region auf, deren Rippen nicht nur durch besondere Länge, sondern durch den medianen Anschluss an ein in der Medianlinie der Ventralseite auftretendes System von Knorpel- oder Knochenstücken (Brustbein, *Sternum*) ausgezeichnet sind (Brustkorb, *Thorax*). So bleibt zwischen Thorax und Kopf einerseits und Thorax und Sacrum andererseits eine beweglichere Region eingeschoben. Der die Brust mit dem Kopfe verbindende Abschnitt, der *Hals,* besitzt meist eine grosse Verschiebbarkeit seiner Wirbel, an denen noch Rippenreste erhalten bleiben, während die

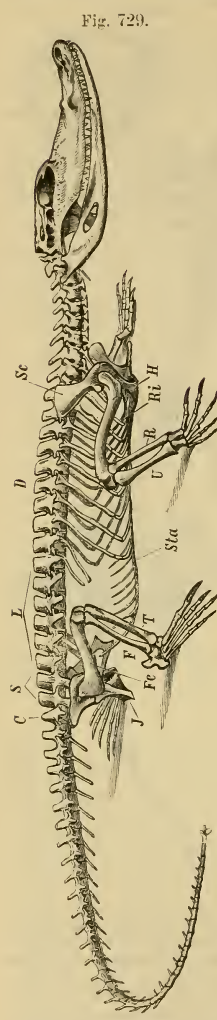
Fig. 728.



a Skelet von *Menopoma alleghaniense.* *Ocl* Occipitale laterale, *P* Parietale, *F* Frontale, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *Vo* Vomer, *Et* Os en ceinture, *Pt* Pterygoideum, *Sc* Schultergürtel, *Jl* Beckengürtel, *S* Sacralwirbel, *R* Rippen. — *b* Zungenbeinbogen *(Zb)* und Kiemenbogen *(Kb)* desselben.

hinter der Brust folgende *Lendenregion*, durch die Grösse ihrer Querfortsätze, zugleich aber auch durch eine grössere Beweglichkeit ihrer Wirbel ausgezeichnet, der Rippen gewöhnlich entbehrt. Demnach gliedert sich der Rumpf der höheren Wirbelthiere in *Hals-, Brust- (Rücken-), Lenden-* und *Sacralregion*, auf welche der *Schwanz*abschnitt *(Caudalregion)* folgt (Fig. 729).

Fig. 729.



Krokodilskelet. *D* Dorsalregion, *L* Lumbalregion, *S* Sacralregion, *Ri* Rippen, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Sta* Sternum abdominale, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *J* Os ischii, *C* Caudalwirbel.

Die Extremitäten zeigen zwar nach Gestalt und Leistung äusserst wechselnde Verhältnisse, indem sie als *Beine* den Leib der Landthiere tragen oder als *Flügel* zum Fluge, als *Flossen* zum Schwimmen dienen; gleichwohl sind überall dieselben Haupttheile nachweisbar, deren Abänderung oder Verkümmerung die Unterschiede bedingt. Ebenso aber wie Bein, Flügel und Flosse homologe Organe sind, erscheinen vordere und hintere Gliedmassenpaare als Wiederholungen derselben Einrichtungen. An beiden unterscheidet man den *Gürtel* zur Verbindung mit der Wirbelsäule, die aus langen Röhrenknochen zusammengesetzte *Extremitätensäule* und den terminalen Abschnitt, die *Extremitätenspitze*. Der Gürtel des vorderen Gliedmassenpaares, der Schultergürtel, besteht aus drei Stücken, dem dorsalen Schulterblatt *(Scapula)* und zwei ventralen hintereinander gelegenen Bogenstücken, dem *Procoracoid (Clavicula)* und dem *Coracoid*. Dem Schultergürtel entspricht der Beckengürtel des hinteren Gliedmassenpaares, ebenfalls mit drei Elementen, dem Darmbein *(Os ileum)*, welches die Verbindung mit dem Kreuzbein herstellt, dem Schambein *(Os pubis)* und dem Sitzbein *(Os ischii)*, welche beide den ventralen Schluss vermitteln. Die Extremitätensäule wird in der Regel durch lange Röhrenknochen gebildet und setzt sich aus zwei Abschnitten zusammen, aus dem Oberarm *(Humerus)*, dem Oberschenkel *(Femur)* und dem Unterarm und Unterschenkel, welch' letztere aus zwei nebeneinander liegenden Röhrenknochen bestehen *(Radius, Ulna — Tibia, Fibula)*. Der terminale Abschnitt der Extremität, welcher sich durch eine grössere Zahl von meist fünf der Länge nach nebeneinander liegenden Elementen auszeichnet, die Hand. beziehungsweise Fuss, besteht aus zwei Reihen von Wurzelknochen

Handwurzel *(Carpus)*, Fusswurzel *(Tarsus)*, sodann aus der Mittelhand *(Metacarpus)*, beziehungsweise Mittelfuss *(Metatarsus)*, und endlich aus den in *Phalangen* gegliederten Fingern und Zehen.

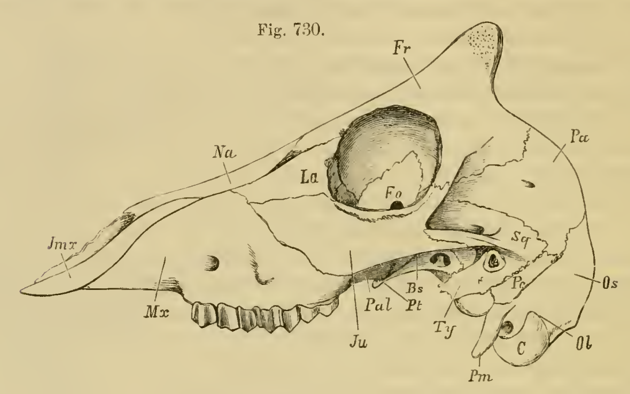
Rücksichtlich ihres Ursprunges sind die Extremitäten nach Thacher, Mivart und Balfour auf Ueberreste ursprünglich continuirlicher Seitenflossen zurückzuführen, nach der Hypothese Gegenbaur's aber mit den Visceralbögen in Beziehung zu bringen und als aus dem Verbande der vorausgehenden hervorgetretene Kiemenbögen zu betrachten. Für die Zurückführung des Extremitätenskeletes selbst verwendet Gegenbaur als Ausgangspunkt das Flossenskelet von *Ceratodus* und der Crossopterygier, welches aus einem gegliederten Stamme besteht, der mit zwei Reihen von gegliederten Radien besetzt ist *(Archipterygium)*. Von diesem aus ist das Flossenskelet der Selachier abzuleiten. Indem sich hier die laterale Radienreihe besonders mächtig entfaltet und einige stärker entwickelte Radien an den Stamm anschliessend sich direct dem Schultergürtel anfügen, zerfällt das Flossenskelet in drei Abschnitte: Pro-, Meso- und Metapterygium. Das Extremitätenskelet der höheren Wirbelthiere soll hingegen bei Wegfall des Pro- und Mesopterygiums durch Rückbildung bestimmter Abschnitte des Metapterygiums bei transversaler Umgliederung der sich einseitig am Stamme erhaltenden Radienglieder entstanden sein, aus welcher eine neue Anordnung der Gliedstücke zu quer verlaufenden Abschnitten hervorging.

Der *Schädel* zeigt im Anschlusse an das besondere Verhalten der Wirbelsäule zahlreiche in allmäliger Entwicklung sich erhebende Gestaltungsformen. Im Allgemeinen tritt da, wo die Wirbelsäule eine häutig-knorpelige Beschaffenheit besitzt, ebenfalls eine continuirliche häutig-knorpelige Schädelkapsel auf, mit welcher im Wesentlichen die embryonale Schädelanlage *(Primordialcranium)* der höheren Wirbelthiere übereinstimmt (Fig. 727). Aus derselben entwickelt sich [1]) der *knöcherne Schädel* theils durch Ossificationen in der Knorpelkapsel, beziehungsweise durch eine vom Perichondrium ausgehende Verknöcherung, theils durch Auflagerung von Hautknochen, welche die knorpeligen Theile mehr und mehr verdrängen. Erst in der knöchernen Schädelkapsel prägt sich eine den Wirbelstücken analoge Anordnung der festen Theile aus, aus welcher die Zusammensetzung des Schädels aus drei oder vier Wirbeln abgeleitet wurde. Jedes der Segmente sollte, den Wirbeltheorien von (P. Frank) Goethe und Oken gemäss, aus einem dem Wirbelkörper entsprechenden Basalglied, zwei oberen Bogenstücken und einem Schlussstück (Dornfortsatz) bestehen (Fig. 730). In der hinteren Schädelregion würden dieser Lehre nach das Hinterhauptbein *(Occipitale basale)* dem Wirbelkörper, die beiden seitlichen Hinterhauptsknochen *(O. lateralia)* dem obern Wirbelbogen und die Hinterhauptsschuppe *(O. superius)* dem oberen Schlussstück entsprechen. Die Knochen der mitt-

[1]) Vergl. besonders Reichert und Kölliker, Huxley, Parker etc.

leren oder parietalen Schädelgegend sind von dem hinteren Keilbeinkörper *(Basisphenoideum)* und den hinteren Flügeln *(Alisphenoideum)* gebildet, zu denen die Scheitelbeine *(Parietalia)* als Auflagerungsknochen das Schlussstück bilden. Die der vorderen oder Orbitalregion würden von dem vorderen Keilbeinkörper *(Praesphenoideum)*, den vorderen Flügeln *(Orbitosphenoideum)* und den Stirnbeinen *(Frontalia)* als aufgelagerten Schlussstücken gebildet. Als Basalstück eines vierten oder vordersten Schädelwirbels betrachtete man das Siebbein *(Ethmoideum)*, zu welchem die Nasenbeine *(Nasalia)* als obere, der *Vomer* als unterer Deckknochen hinzukommen. Ausserdem schieben sich noch verschiedene knöcherne Schaltstücke, das zwischen Hinterhaupt und Keilbein gelegene Zitzenbein *(Mastoideum)* und Felsenbein *(Petrosum)* ein, zu denen als Hautknochen noch das *Tympanicum, Squamosum* und *Lacrymale* hinzukommen.

Fig. 730.

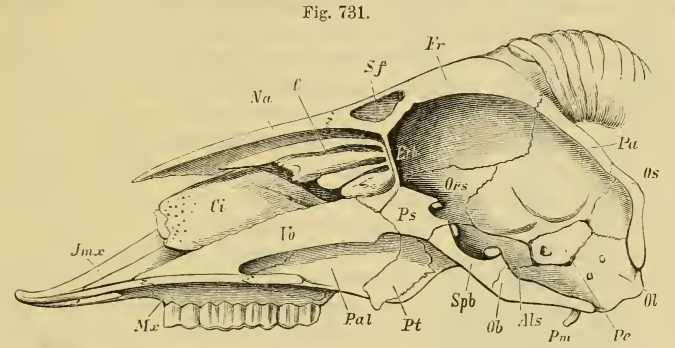


Schädel einer Ziege in seitlicher Ansicht. *Ol* Occipitale laterale, *C* Condylus, *Pm* Processus paramastoideus, *Os* Occipitale superius, *Sq* Squamosum, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *La* Lacrymale, *Na* Nasale, *Fo* Foramen opticum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Ju* Jugale, *Pal* Palatinum, *Pt* Pterygoideum, *Bs* Basisphenoid.

In neuerer Zeit wurden jedoch zuerst von Huxley und Gegenbaur gegen diese Wirbeltheorie wesentliche Einwürfe erhoben und das Fundament derselben erschüttert. Nach Gegenbaur würde eine viel grössere (mindestens neun), den primären Visceralbögen entsprechende Zahl von Wirbelsegmenten in die Bildung des Schädels mit eingegangen sein (vertebraler Theil des Schädels), während die vordere Schädelregion eine Beziehung zu Wirbeln nicht aufweist (prävertebraler Theil). Nach den in jüngster Zeit gewonnenen Erfahrungen kann jedoch als zweifellos gelten, dass an der Bildung des Schädels, die Occipitalregion ausgenommen, Wirbel nicht betheiligt waren, da die in die Kopfbildung eingehenden Urwirbelanlagen mit Wirbeln nichts zu thun haben, sondern diesen vorausgehende Metameren des Mesoderms *(Ursegmente)* darstellen.

Die übrigen festen Elemente, welche sich dem Schädel mehr oder minder innig anfügen, umschliessen als eine Anzahl hintereinander liegender, zusammengesetzter Bögen den Eingang in die Visceralhöhle. Von diesen werden die vorderen als *Kiefer-Gaumenapparat* zur Herstellung des Gesichtes verwendet. Der Kiefer-Gaumenapparat besteht in seiner einfachsten Form aus zwei beweglichen Bogenstücken *(Palato-quadratum* und *Unterkiefer)*, welche durch einen Kieferstiel *(Hyomandibulare)*, dem oberen Abschnitt des zweiten Bogens, an der Schläfengegend befestigt sind (Fig. 727). Das *Palato-quadratum* tritt mit dem Schädel in eine innigere Verbindung, legt sich in seiner ganzen Ausdehnung dem Schädel mehr oder minder fest an und gliedert sich im Falle der Ossificirung jederseits in eine äussere und innere Reihe von Stücken, die erstere im Jochbein *(Jugale)*, Oberkiefer *(Maxillare)* und Zwischenkiefer *(Intermaxillare)*, die letztere im *Quadratum*

Fig. 731.



Schöpsenschädel, median durchsägt, von innen gesehen. *Ob* Occipitale basale, *Ol* O. laterale, *Os* O. superius, *Pe* Petrosum, *Spb* Sphenoidale basale, *Ps* Praesphenoideum, *Als* Alisphenoideum, *Ors* Orbitosphenoideum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Sf* Sinus frontalis, *Eth* Ethmoideum, *Na* Nasale, *C* Conchae, *Ci* Concha inferior (Os turbinatum), *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Pm* Processus paramastoideus.

zur Einlenkung des Unterkiefers, Flügelbein *(Pterygoideum)* und Gaumenbein *(Palatinum)* (Fig. 731). Diese Knochenreihen stellen den *Oberkiefer-Gaumenapparat* her und bilden die obere Decke der Mundhöhle. Auch der untere ursprüngliche einfache Knorpelbogen, der Unterkiefer *(Mandibula)*, wird jederseits durch eine Anzahl Knochen verdrängt (*Articulare*, *Angulare* und *Dentale* etc.), von denen das meist zahntragende Dentale den grössten Umfang gewinnt.

Die hinter dem Kieferbogen folgenden, ebenfalls am Schädel befestigten Visceralbögen entwickeln sich in der Wandung des Schlundes und verhalten sich zu der Rachenhöhle ähnlich wie die Rippen zu der Thoracalhöhle (Fig. 729). Der vorderste Bogen, dessen oberes Stück bei niederen Wirbelthieren als Kiefersuspensorium *(Hyomandibulare)* Verwendung findet, bildet ein Suspensorium für die Zunge (Zungenbeinbogen) und schliesst sich durch

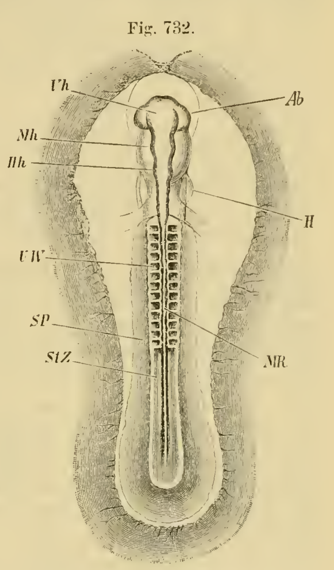
ein unteres medianes Knochenstück *(Os linguale)*. Auf dieses folgen noch eine Reihe von unpaaren Knochen als mediane Verbindungsstücke *(copulae)* der nachfolgenden Bögen (Kiemenbögen), welche bei den im Wasser lebenden Wirbelthieren am vollständigsten entwickelt sind und, durch Spalten des Schlundes gesondert, als Träger der Kiemen dienen, bei den luftathmenden Vertebraten aber mehr und mehr verkümmern und zuletzt nur noch als embryonale Anlagen in unvollständiger Zahl nachweisbar bleiben. Den Ueberrest des ganzen Apparates bildet das Zungenbein mit seinen beiden Hörnern.

Die *äussere Haut* der Wirbelthiere sondert sich in zwei scharf geschiedene Schichten, in die Oberhaut oder *Epidermis* und in die Unterhaut oder *Cutis*. Die letztere hat zur Grundlage fibrilläres Bindegewebe, mit welchem Muskelelemente in Verbindung treten, ohne dass jedoch diese wie bei den Gliederthieren einen vollkommenen Hautmuskelschlauch bilden. Wo sich Hautmuskeln in bedeutender Ausdehnung entwickeln, dienen dieselben ausschliesslich zur Bewegung der Haut und ihrer mannigfachen Anhänge, aber nicht zur Bewegung des Rumpfes, welche durch ein hoch entwickeltes Muskelsystem in der Umgebung des Skeletes bewirkt wird. Die Cutis setzt sich in eine tiefere, mehr oder minder lockere Schicht, das Unterhautbindegewebe, fort und ist nicht nur Träger von mannigfachen Pigmenten, sondern auch von Nerven und Blutgefässen. An ihrer oberen Fläche bildet die Cutis kleine konische Erhebungen oder Papillen, welche, von der Epidermis überkleidet, nicht nur für besondere Sinnesempfindungen *(Tastorgane)*, sondern auch zur Erzeugung verschiedener Hartgebilde (Schuppen, Zähne) von Bedeutung erscheinen. Die Epidermis ist eine mehrfach geschichtete Zellenlage, deren obere ältere Schichten abgestossen werden, während die unteren Schichten *(Stratum Malpighii)* als Matrix zum Ersatz der oberen in lebhafter Wucherung begriffen und zuweilen Träger der Hautpigmente sind. Die mannigfachen Anhänge der Haut verdanken ihren Ursprung theils als Epidermoidalgebilde besonderen Wachsthumsvorgängen der Oberhaut (Haare und Federn), theils führen sie auf Ossificationen der Unterhautpapillen zurück, welche zuweilen sogar einen festen Hautpanzer entstehen lassen (Schuppen der Fische, Reptilien; Hautpanzer der Gürtelthiere, Schildkröten).

Das Nervencentrum hat seine Lage in der von den oberen Wirbelbogen gebildeten Rückenhöhle und lässt sich auf einen Strang *(Rückenmark)* zurückführen, dessen vorderer vergrösserter und weiter differenzirter Abschnitt als *Gehirn* unterschieden wird. Das Innere dieses Stranges wird von einem engen *Centralcanal* durchsetzt, welcher sich in Hohlräume des Gehirns, *Hirnhöhlen,* fortsetzt. Hirn und Rückenmark sind also Abschnitte desselben Organes. Das Gehirn erscheint als Träger der geistigen Fähigkeiten und als Centralorgan der Sinneswerkzeuge, während das Rückenmark die vom Gehirn übertragenen Reize fortleitet und insbesondere die Reflexbewegungen vermittelt, indessen auch Centralherde gewisser Erregungen enthält. Die Masse des Gehirns und des Rückenmarks nimmt mit der höheren

Lebensstufe fortschreitend zu, doch in ungleichem Verhältnisse, indem das Gehirn sehr bald das Rückenmark überwiegt. Die niederen Wirbelthiere besitzen ein relativ kleines Gehirn, dessen Masse von der des Rückenmarks bedeutend übertroffen wird, die Warmblüter dagegen zeigen das umgekehrte Verhältniss um so entschiedener ausgeprägt, je höher sich ihre Organisations- und Lebensstufe erhebt. Aus dem Rückenmarke entspringen paarige Nerven in der Weise, dass zwischen je zwei Wirbeln ein Nervenpaar *(Spinalnerven)*, mit einer oberen sensibeln und unteren motorischen Wurzel, hervortritt, so dass sich im Allgemeinen eine der Wirbelsäule entsprechende Gliederung hier wiederholt.

Fig. 732.



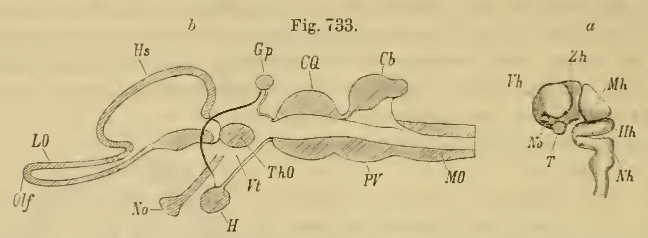
Embryo des Huhnes vom Ende des zweiten Tages, nach Kölliker. *Vh* Vorderhirn, *Mh* Mittelhirn, *Hh* Hinterhirn, *Ab* Augenblasen, *MR* Medullarrohr, *UW* Urwirbel, *StZ* Urwirbelplatten des Mesoderms (Stammzone), *Sp* Seitenplatten des Mesoderms (Parietalzone), *H* Herz.

Am Gehirne erleidet die Anordnung der Spinalnerven mehrfache Complicationen, welche noch durch den Ursprung von zwei Sinnesnerven, des Olfactorius und Opticus, gesteigert werden. So verschieden sich Form und Bildung des Gehirns darstellt, so lassen sich doch genetisch überall drei Blasen (Fig. 732) als Hauptabschnitte unterscheiden. Die vordere Blase entspricht dem grossen Gehirn (Hemisphären und Sehhügel), die mittlere (Mittelhirn) der Vierhügelmasse *(Corpora quadrigemina)*, die hintere (Hinterhirn) dem kleinen Gehirn mit dem verlängerten Marke. Die vordere Blase zerfällt aber wieder in zwei Abtheilungen, in eine obere, median gespaltene Ausstülpung, welche die *Hemisphären* mit den Seitenventrikeln bildet, und eine hintere unpaare Region, das sog. Zwischenhirn mit den Sehhügeln *(Thalami optici)* und der Umgebung des dritten Ventrikels (Fig. 733). Ebenso sondert sich die dritte Hirnblase in zwei Theile, eine vordere kürzere, das kleine Gehirn *(Cerebellum)*, und eine hintere längere, das Nachhirn oder das verlängerte Mark *(Medulla oblongata)*. Im Stadium höchster Differenzirung unterscheidet man zwölf Hirnnerven, ausser dem *Olfactorius* und *Opticus:* den *Oculomotorius, Trochlearis, Trigeminus, Abducens, Facialis, Acusticus, Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius Willisii* und *Hypoglossus*.

Die Sinnesorgane schliessen sich nach ihrer Lage in folgender Reihenfolge an. Zuerst das *Geruchsorgan* als eine meist paarige, ausnahmsweise *(Cyclostomen)* unpaare Grube, deren Nerv jederseits am Vorderhirn entspringt

und meist in Form eines besonderen Lobus *(Lobus olfactorius)* beginnt. Bei den durch Kiemen athmenden Wasserbewohnern ist die Nasenhöhle mit seltenen Ausnahmen *(Myxine)* ein geschlossener Sack, bei allen durch Lungen respirirenden Wirbelthieren dagegen öffnet sich dieselbe durch die Nasen-

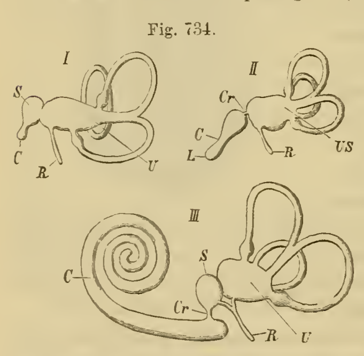
Fig. 733.



a Gehirn und oberer Theil des Rückenmarkes eines menschlichen Embryo von der Seite gesehen, nach Kölliker. *Vh* Vorderhirn, *Zh* Zwischenhirn, *Mh* Mittelhirn, *Hh* Hinterhirn, *Nh* Nachhirn, *T* vorderes unteres Ende des Zwischenhirns, *NO* Sehnerv. — *b* Schematischer Längsschnitt durch ein Vertebratenhirn, nach Huxley. *Hs* Hemisphären, *LO* Riechlappen (Lobus olfactorius), *Olf* Riechnerv (Olfactorius), *ThO* Thalamus opticus, *Vt* dritter Ventrikel, *No* Sehnerv, *H* Hirnanhang (Hypophysis), *Gp* Zirbeldrüse (Glandula pinealis), *CQ* Corpora quadrigemina, *Cb* Cerebellnm, *MO* Medulla oblongata, *PV* Pons Varolii.

gänge in die Mundhöhle und dient zugleich zur Ein- und Ausleitung des Luftstromes in die Lungen. Es folgen sodann als zweites Hauptsinnesorgan die Augen, welche ihre Nerven vom Zwischenhirn und Mittelhirn erhalten. Ueberall treten dieselben paarig auf (vergl. über den Bau des Auges pag. 102), nur bei *Amphioxus* werden sie durch einen unpaaren, dem vorderen Ende des Nervencentrums aufsitzenden Pigmentfleck vertreten. Das Gehörorgan [1]), welches durch den Ursprung seines (auf die sensible Wurzel eines spinalartigen Hirnnerven zurückführbaren) Nerven dem Nachhirne angehört, wird bei *Amphioxus* ganz vermisst. Dasselbe erscheint in seiner einfachsten Form als ein häutiges, mit Flüssigkeit und Otolithen gefülltes Säckchen *(häutiges Labyrinth)*, dessen hinterer Abschnitt in drei halbkreisförmige mit Ampullen beginnende Canäle ausläuft, während der vordere, als *Sacculus* zur Sonderung gelangte Theil durch Ausstülpung die Schnecke erzeugt (Fig. 734). Das Gehörorgan entsteht während des Embryonallebens als grubenförmige Einsenkung, welche in die Tiefe rückt und sich als Blase

Fig. 734.



Schematische Darstellung des Gehörlabyrinthes, nach Waldeyer. *I* des Fisches, *II* des Vogels, *III* des Säugethieres. *U* Utriculus mit den drei Bogengängen, *S* Sacculus, *US* Alveus communis (Utriculus und Sacculus), *C* Cochlea (Schnecke), *L* Lagena. *Cr* Canalis reuniens, *R* Recessus Labyrinthi (Aquaeductus vestibuli).

---

[1]) G. Retzius, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. 2 Theile. Stockholm 1881—1884.

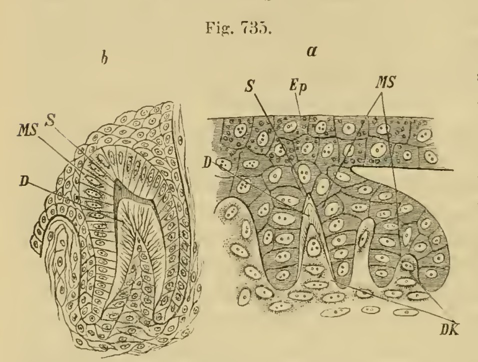
von der Haut ablöst. Die ursprüngliche, sich lang ausziehende Verbindung mit der Haut bleibt nur bei Selachiern nach aussen offen, ist dagegen bei den übrigen Vertebraten geschlossen und stellt den *Recessus labyrinthi* (*Aquaeductus vestibuli* der Säuger) dar. Zu diesem Sinnesapparate des Gehörorgans treten noch weitere Einrichtungen als Hilfsorgane (Paukenhöhle mit Gehörknöchelchen). Der Geschmack, dessen Sitz am Gaumen und an der Zungenwurzel zu suchen ist, wird durch die Ausbreitung eines spinalartigen Gehirnnerven *(Glossopharyngeus)* an eigenthümlich modificirten Gruppen von Epithelzellen (Geschmacksknospen) vermittelt, wie sich auch das über die Körperoberfläche ausgebreitete Gefühl und die Tastempfindung an die Endigung sensibler Fasern von Spinalnerven knüpft. Ausser dem cerebrospinalen Nervensystem unterscheidet man (mit Ausnahme von *Amphioxus* und der *Cyclostomen*) ein besonderes Eingeweidenervensystem *(Sympathicus)*. Dasselbe wird von besonderen Zweigen der Spinalnerven und Spinalnervenartigen Hirnnerven gebildet, welche besondere Ganglien durchsetzen und Nervengeflechte für die Eingeweide abgeben (Fig. 107).

In der geräumigen, unterhalb der Skeletachse sich ausbreitenden Leibeshöhle liegen die Organe der Ernährung, Circulation und Fortpflanzung. Der *Verdauungscanal* stellt sich als ein mehr oder minder langgestrecktes Rohr dar, welches, unterhalb des Schädels, von Visceralbögen umgürtet, mit der Mundöffnung beginnt und in verschiedener Entfernung vom hinteren Körperpole (je nach der Länge des Schwanztheiles der Wirbelsäule) ebenfalls bauchständig durch den After nach aussen mündet. Der Darm wird im grössten Theile seines Verlaufes von einer Duplicatur des die Leibeshöhle auskleidenden Peritoneums überzogen und mittelst der eng aneinander liegenden Lamellen desselben, des Mesenteriums, an der unteren Fläche des Rückgrates suspendirt. In der Regel übertrifft der Darmcanal die Länge vom Mund zum After sehr bedeutend und bildet daher im Leibesraume mehr oder minder zahlreiche Windungen. Fast überall gliedert sich der Verdauungscanal in die drei Abschnitte: Speiseröhre nebst Magen, Dünndarm mit Leber und Pankreas und Afterdarm. Die Speiseröhre beginnt durchweg mit einer Mundhöhle, an deren Boden sich meist ein muskulöser Wulst, die Zunge, erhebt. Sieht man dieses nervenreiche Organ auch im Allgemeinen mit Recht als Geschmacksorgan an, so dient dasselbe doch noch zu besonderen Leistungen bei der Nahrungsaufnahme und kann zuweilen sogar die erstere Bedeutung vollkommen verlieren. Die Mundhöhle wird (mit Ausnahme von *Amphioxus* und der *Cyclostomen*) von dem als Oberkiefer-Gaumenapparat und Unterkiefer bekannten Skeletbogen umschlossen, von denen der Unterkiefer stets kräftige Bewegungen gestattet, während die Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates entweder mehr oder minder fest untereinander und mit dem Schädel verbunden sind, oder auch an diesem verschoben werden können. Beide Kiefer wirken im Gegensatze zu den Kiefern der Arthropoden von oben nach unten gegen einander. Gewöhnlich

sind dieselben mit Zähnen bewaffnet, welche als von Epidermoidalgebilden (Schmelz) überkleidete, verknöcherte Papillen (Dentin) der Mundschleimhaut (Fig. 735) entweder mit den Kieferknochen direct verwachsen oder in besonderen Alveolen der Kiefer wurzeln. Während dieselben bei den höheren Wirbelthieren auf Ober- und Unterkiefer beschränkt sind, können sie bei den niederen Wirbelthieren an allen die Mundhöhle begrenzenden Knochen auftreten. Nicht selten aber fallen die Zähne vollkommen hinweg. Bei den Vögeln und Schildkröten werden sie durch eine hornige Umkleidung der scharfen Kieferränder (Schnabel) ersetzt und die Bartenwale tragen am Gaumen hornige Blätter, die sog. Barten.

Fast überall nimmt der Darmcanal in seinen verschiedenen Abschnitten selbstständige Drüsen auf, deren Secrete sich dem Darminhalte beimischen. Schon in der Mundhöhle gesellt sich zu den eben aufgenommenen Speisen der Speichel, die Absonderungsflüssigkeit einer grösseren oder geringeren Zahl von Speicheldrüsen, welche jedoch bei vielen Wasserthieren verkümmern, beziehungsweise hinwegfallen. In den Anfangstheil des Dünndarmes ergiesst sich die Galle und der für die Verdauung wichtige Saft der Bauchspeicheldrüse *(Pancreas)*. Die erstere ist das Secret der Leber, einer umfangreichen Drüse, durch welche das Venenblut der Eingeweide bei der Rückkehr zum Herzen hindurchströmt (Pfortader-Kreislauf). Bei *Amphioxus* stellt sich die Leber als einfacher Blindsack des Darmes dar. Das Pancreas fehlt hier und bei einigen anderen Fischen vollständig. Der die Resorption der Säfte besorgende Dünndarm zeichnet sich nicht nur durch seine bedeutende Länge aus, indem gerade dieser Abschnitt in Windungen zusammengelegt ist, sondern auch durch das Auftreten von inneren Falten und Zöttchen, welche die resorbirende Oberfläche bedeutend vergrössern. Der Endabschnitt hebt sich meist durch seine Weite und kräftige Muskulatur als Enddarm (Dickdarm, Mastdarm) ab.

Fig. 735.



Die Entwicklung des Zahnes von *Triton*, nach O. Hertwig. *a* Die ersten Stadien der Zahnentwicklung, rechts die erste Anlage, *b* späteres Entwicklungsstadium. *DK* Dentinkeim (Cutispapille), *MS* Schmelzorgan (Epitheleinwucherung), *D* Dentin, *S* Schmelz, *Ep* Mundhöhlenepithel.

Ueberall finden sich besondere *Respirationsorgane*, Kiemen oder Lungen. Die ersteren liegen meist als Doppelreihen lanzettförmiger Blättchen an den Seiten des Schlundes hinter dem Kieferbogen und werden mit Ausnahme von *Amphioxus* und der *Cyclostomen* von Visceralbögen getragen. Zwischen diesen

Bögen finden sich stets Spaltöffnungen, welche unmittelbar in den Schlund führen und von hier das zur Respiration dienende, die Kiemen umspülende Wasser in die Kiemenhöhle eintreten lassen. Von der äusseren Seite werden die Kiemen oft von einer Hautduplicatur oder von einem Kiemendeckel überlagert, an dessen unterem oder hinterem Rande ein langer Spalt zum Ausfliessen des Wassers aus dem Kiemenraume frei bleibt. Indessen können die Kiemen auch als äussere Anhänge unbedeckt hervorragen (Amphibien und Embryonen der Selachier). Lungen finden sich zwar schon bei niederen Wirbelthieren im Vereine mit Kiemen vor und werden auch bei den Fischen durch ein morphologisch gleichwerthiges Organ, die Schwimmblase, vertreten, gehören aber in vollkommenerer Ausbildung erst den höheren, grossentheils warmblütigen Wirbelthieren an. Dieselben stellen in ihrer einfachsten Form zwei mit Luft gefüllte Säcke vor, welche sich mittelst eines gemeinsamen klaffenden Luftganges (Luftröhre) in der Tiefe der Rachenhöhle in den Schlund öffnen. Die Wandung der Lungensäcke trägt die respiratorischen Capillargefässe und erscheint meist, in Folge auftretender Falten und secundärer Erhebungen zur Herstellung einer grossen Oberfläche, als ein schwammiges, von Röhren durchsetztes Organ. Beide Lungen erstrecken sich oft tief in die Leibeshöhle hinein, bleiben aber bei den höheren Vertebraten auf den vorderen Abschnitt derselben beschränkt, welche als Brusthöhle durch eine Querscheidewand (Zwerchfell) von dem hinteren Abschnitte (Bauchhöhle) mehr oder minder vollständig abgegrenzt sein kann. Auch die Luftathmung setzt einen beständigen Wechsel des zur Respiration dienenden Mediums voraus, den Austausch der verbrauchten, mit Kohlensäure geschwängerten Luft mit der sauerstoffreichen Luft der Atmosphäre. Dieser Austausch wird in verschiedener Weise durch mechanische Einrichtungen bewerkstelligt, von welchen die sog. Respirationsbewegungen abhängig sind. Diese treten bei allen durch Lungen athmenden Wirbelthieren, am vollkommensten aber bei den Säugethieren als rhythmische Verengerungen und Erweiterungen der Brust (Thorax) auf. Am Eingange der in die Lungen führenden Luftwege verbindet sich mit dem Respirationsorgane das *Stimmorgan*, zu dessen Bildung meist der obere Abschnitt der Luftröhre als Kehlkopf umgestaltet ist, Stimmbänder erhält und mittelst einer engen, oft durch einen Kehldeckel verschliessbaren Spalte in den Schlund sich öffnet.

Die *Kreislaufsorgane* bilden überall ein geschlossenes Gefässsystem und führen rothes (nur bei *Amphioxus* und den *Leptocephaliden* weisses) Blut. Die rothe Farbe des Blutes, in welcher man früher den wesentlichen Charakter des Blutes zu erkennen glaubte (Blutthiere des Aristoteles), ist an das Vorhandensein einer sehr grossen Zahl von Blutkörperchen geknüpft, welche als flache scheibenförmige Körperchen den Farbstoff *(Hämoglobin)* tragen und die Uebertragung des Sauerstoffes in die Gewebe vermitteln. Neben denselben kommen im Blute blasse Zellen, die farblosen amöboiden Blutkörperchen, vor (Fig. 48).

Mit Ausnahme von *Amphioxus*, dessen grössere Gefässstämme pulsiren, entwickelt sich bei allen Wirbelthieren ein distincter Abschnitt des Gefässsystems als Herz. Dasselbe liegt im Vordertheile der Leibeshöhle, ursprünglich genau in der Medianlinie, hat eine konische Gestalt und wird von einem Herzbeutel umschlossen. Die Lage der Hauptgefässstämme und ihre Verbindung mit dem Herzen stellt sich in der einfachsten Form in folgender Weise dar. Eine mächtige *Arterie* verläuft längs der Wirbelsäule herab und lässt zahlreiche Seitenzweige, der Gliederung der Wirbelsäule entsprechend, rechts und links austreten. Unterhalb derselben verläuft eine am Schwanztheile des Rumpfes unpaare *(V. caudalis)*, in dem Leibesraum dagegen paarige *Vene (untere Cardinalvenen)*, zu deren Bildung seitliche Venenzweige zusammentreten, welche direct aus den Capillarnetzen der Arterienzweige hervorgehen. Weitere Hauptvenen sind die Lebervenen aufnehmende, von den Vertebralvenen getrennte *untere Hohlvene (V. cava inferior)*, sowie eine oder zwei obere Hohlvenen *(obere Cardinalvenen)*. Das aus dem Körper in den als *Vorhof (Atrium)* bezeichneten Abschnitt des Herzens gelangte venöse Blut strömt in die muskulöse *Herzkammer (Ventrikel)* und wird von hier wieder indirect in die absteigende Hauptarterie eingeführt. Es entspringt nämlich aus der Herzkammer eine aufsteigende Arterie *(Aorta ascendens)* und spaltet sich in seitliche, quer nach der Rückenseite zu verlaufende Aortenbögen, welche sich unterhalb der Wirbelsäule zum vorderen Abschnitt der absteigenden Arterie *(Aorta descendens)* vereinigen (Fig. 85). Durch die Einschiebung der Respirationsorgane wird jedoch die Complication dieses Systems der Aortenbögen unter verschiedenen Modificationen vergrössert. (Vergl. pag. 79.)

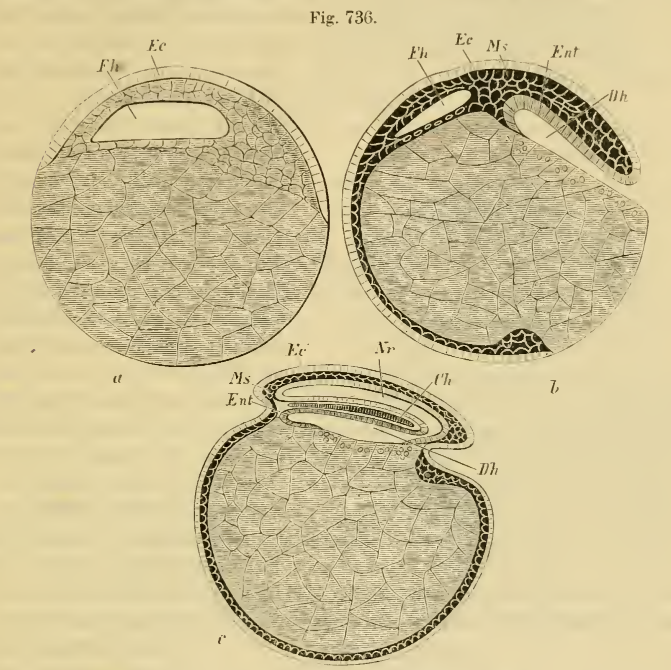
Als adnexer Abschnitt des Gefässsystems verbreitet sich im Körper aller Wirbelthiere das System der Lymphgefässe, welches einen hellen, mit farblosen Körperchen *(Lymphkörperchen)* erfüllten Ernährungssaft *(Chylus* und *Lymphe)* enthält und denselben als plastisches Material zur Ergänzung der beim Stoffwechsel verbrauchten Bluttheile dem Blute zuführt. Der Hauptstamm der Lymphgefässe *(Ductus thoracicus)*, in deren Verlauf besondere Drüsen-ähnliche Gebilde (die sog. *Gefässdrüsen, Lymphdrüsen*, *Milz*) eingeschoben sind, verläuft ebenfalls der Wirbelsäule entlang und mündet bei den höheren Wirbelthieren in den oberen Abschnitt der Hohlvene *(V. cava superior)* ein. Bei den niederen Vertebraten finden sich mehrfache Communicationen.

Harnabsondernde Organe, *Nieren*, sind allgemein vorhanden und liegen als paarige Drüsen unter der Wirbelsäule. Die ersten Anlagen derselben erscheinen in ähnlicher Form wie die Segmentalorgane der Anneliden, indem sich mit dem zuerst auftretenden Urnierengang peritoneale Einstülpungen (Harncanälchen) verbinden, welche durch trichterförmige Oeffnungen mit der Leibeshöhle communiciren. (Vergl. pag. 86, Fig. 98.) Die Ausführungsgänge der Nieren, die *Ureteren*, vereinigen sich meist zu einem unpaaren Endabschnitte, welcher bei den Knochenfischen hinter dem After mündet, sonst

meist in den Kloakentheil des Afterdarmes sich öffnet, bei den Säugethieren aber, die *Monotremen* ausgenommen, mit dem Endabschnitte der Geschlechtswege vereinigt *(Urethra)* vor dem After ausmündet. In den Verlauf des ausführenden Apparates schiebt sich nicht selten ein blasenartiges Reservoir, die *Harnblase,* ein, welche nur bei den Fischen hinter dem Darme liegt.

Die Fortpflanzung ist stets eine geschlechtliche, und zwar gilt die Trennung der Geschlechter als Regel. Der *Hermaphroditismus* ist eine

Fig. 736.



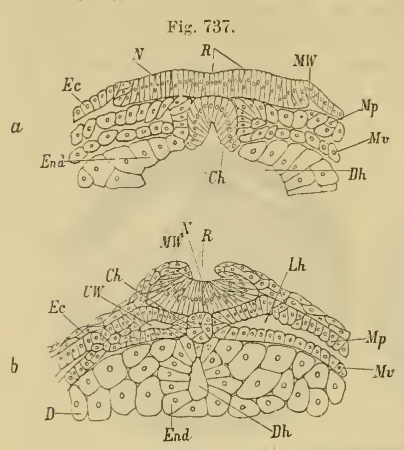
Schematische Längsschnitte durch einen idealen Embryo eines Anamniers, nach Balfour. *a* Stadium nach beendeter Furchung. *b* Späteres Stadium, bei dem die Bildung der Darmhöhle vom hinteren Ende des Embryo aus erfolgt (Gastrula). *c* Stadium, in welchem das Nervenrohr geschlossen ist und mit dem Darmrohr zusammenhängt. *Ec* Ectoderm, *Ent* Entoderm, *Ms* Mesoderm, *Fh* Furchungshöhle, *Dh* Darmhöhle, *Nr* Nervenrohr, *Ch* Chorda.

seltene Ausnahme. Beiderlei Geschlechtsdrüsen (aus dem Peritonealepithel entstanden) liegen als paarige Organe im Leibesraum und entsenden paarige Ausführungsgänge, welche bei niederen Wirbelthieren in den Enddarm (Kloake) münden und zuvor häufig zu einem unpaaren Canal zusammentreten. Zuweilen fehlen die Ausführungsgänge; in diesem Falle gelangen die Geschlechtsproducte in die Leibeshöhle und von da durch einen Genitalporus nach aussen. Die Gliederung der Ausführungsgänge in verschiedene Abschnitte, ihre Verbindung mit accessorischen Drüsen und äusseren Copulationsapparaten

bedingt den sehr mannigfachen, bei den Säugethieren am complicirtesten gestalteten Bau der Geschlechtsorgane.

Bei vielen Fischen und Amphibien bleibt die Begattung eine äussere Vereinigung, und die Eier werden im Wasser befruchtet. Die meisten Fische, viele Amphibien und Reptilien, sowie alle Vögel legen Eier ab. Lebendig gebärend sind die Säugethiere, deren kleine Eier im Innern der weiblichen Leitungswege die Embryonalentwicklung durchlaufen.

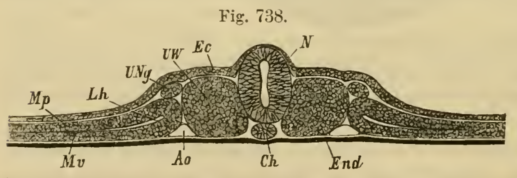
Fig. 737.



Querschnitte durch die Embryonalanlage von *Triton taeniatus*, nach O. Hertwig. *a* Erstes Auftreten der Medullarwülste und Bildung der Chorda. *b* Die Medullarfurche dem Verschlusse nahe. Die Chorda hat sich vom Entoderm vollkommen abgeschnürt. In dem Mesodermstreifen beginnt die Abschnürung des Urwirbels (in der Figur linkerseits). *Ec* Ectoderm, *N* Nervensystem, *R* Rückenrinne, *MW* Medullarwülste, *Mp* parietales Blatt des Mesoderms, *Mv* viscerales Blatt desselben, *Ch* Chorda, *End* Darmentoderm, *Dh* Darmhöhle, *Lh* Leibes- (Pleuroperitoneal-) Höhle, *UW* Urwirbel, *D* Dotter.

Die Entwicklung des Embryos (Fig. 736) wird eingeleitet durch eine totale oder partielle (discoidale) Furchung. Die erste Anlage des Keimes ist meist eine dem Dotter aufliegende Scheibe (Keimscheibe), von deren hinterem Ende aus sich die Darmhöhle entwickelt. In der Mitte der Keimscheibe entsteht der sog. Primitivstreifen. Dieser bezeichnet die Längsachse des Embryos. Das äussere Blatt erzeugt durch zwei seitliche Aufwulstungen (Medullarwülste) eine ectodermale Rinne (Anlage des Nervencentrums), welche sich durch Zusammenwachsen ihrer Ränder der Länge nach schliesst (Fig. 737). Das so abgeschnürte Rohr ist die Anlage von Rückenmark und Gehirn, deren Höhlung eine Zeit lang mit der Darmhöhle communicirt (Neurenterischer Canal). Unterhalb des Nervencentrums legt sich vom Entoderm aus die Chorda dorsalis an, und zu den Seiten dieser letzteren, primär durch einen Faltungsprocess, gleichfalls vom Entoderm aus, das Mesoderm. Dasselbe bildet zwei Streifen zu den Seiten des Darmes und trennt sich in ein parietales und viscerales Blatt. Die zwischen

Fig. 738.



Querschnitt durch einen Hühnerembryo vom zweiten Tage, nach Kölliker. *Ec* Ectoderm (Hornblatt), *N* Rückenmark, *End* Entoderm (Darmdrüsenblatt), *Ch* Chorda, *UW* Urwirbel, *UNg* Urnierengang, *Mp* Hautplatte der Seitenplatte, *Mv* Darmfaserplatte derselben, *Lh* Leibes- (Pleuroperitoneal-) Höhle, *Ao* primitive Aorta.

beiden Blättern gelegene Höhle ist die secundäre Leibeshöhle (Pleuroperitonealhöhle). Der dorsale Abschnitt der Mesodermstreifen trennt sich alsbald und gliedert sich segmental zur Anlage der Ursegmente oder Urwirbel (Fig. 732 und 738). An der Grenze der Ursegmente gegen die ungegliederten lateralen Abschnitte, Seitenplatten, sondert sich der Urnierengang, und medialwärts zu demselben entsteht die Geschlechtsdrüse aus der Peritonealschicht der Seitenplatten. Während dieser am Rückentheil des Embryos ablaufenden Vorgänge bildet sich an der Ventralseite der Darm weiter aus und nimmt den Dotter allmälig und oft mit Zurücklassung eines Dottersackes in sich auf. Die neugeborenen Jungen erleiden nur bei den nackten Amphibien und bei mehreren Fischen eine Metamorphose.

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier Classen der Fische, Amphibien, Vögel und Säugethiere, welche Linné zuerst aufstellte, findet sich schon in dem System von Aristoteles begründet. Die Fische und Amphibien sind Kaltblüter oder besser wechselwarme Thiere, die Vögel und Säugethiere Warmblüter oder homöotherme Thiere und erheben sich zu einer weit höheren Lebensstufe, werden deshalb auch wohl als höhere Wirbelthiere bezeichnet. In neuerer Zeit hat zuerst Blainville mit Recht die Amphibien von den Reptilien getrennt und mit den Fischen als niedere den Reptilien, Vögeln und Säugern als höheren Wirbelthieren gegenübergestellt. In der That haben die Fische und Amphibien viele gemeinsame Züge, erscheinen auch minder scharf abgegrenzt als die Amphibien und Reptilien. Gemeinsam ist beiden nicht nur die Kiemenathmung und häufige Persistenz der Chorda, sondern der einfachere Verlauf der Embryonalentwicklung und der Mangel der für die höheren Wirbelthiere charakteristischen Embryonalorgane, des *Amnion* und der *Allantois*. Demgemäss unterscheidet man die ersteren als *Anamnia*, von der letzteren den *Amniota*. Mit Rücksicht auf die vielfachen Beziehungen zwischen Reptilien und Vögeln unterscheidet Huxley drei Hauptabtheilungen, als: *Ichthyopsiden*, *Sauropsiden* und *Mammalia*. Freilich ergeben sich unter den Fischen wiederum so bedeutende Unterschiede in der Differenzirung der Organe, dass man dieselben in mehrere Classen aufzulösen berechtigt ist. Man würde die *Leptocardier* nicht nur allen Fischen, sondern den übrigen Wirbelclassen als *Acrania* gegenüberstellen, ferner die *Cyclostomen*, die *Selachier* und *Dipnoer* als Classen sondern können, wenn es nicht zweckmässiger erschiene, die alte Einheit der Fischclasse aufrecht zu erhalten.

I. Classe. Pisces[1]), Fische.

Im Wasser lebende, beschuppte Kaltblüter, mit unpaaren Flossenkämmen und paarigen Brust- und Bauchflossen, meist mit ausschliesslicher Kiemen-

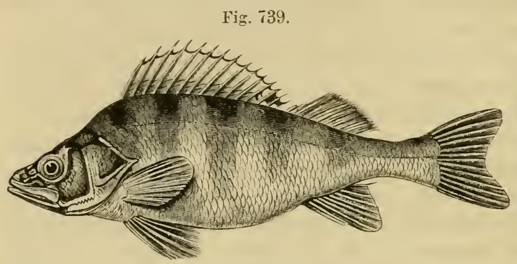
[1]) Cuvier et Valenciennes, Histoire naturelle des poissons. 22 Vols. Paris 1828—1849. C. E. v. Baer, Entwicklungsgeschichte der Fische. Leipzig 1835. Joh. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Berlin 1835—1845. L. Agassiz, Recherches sur

athmung und einfachem, aus Vorhof und Kammer bestehendem Herzen, ohne vordere, ventralwärts vom Darm gelegene Harnblase.

Die Eigenthümlichkeiten des Baues und der inneren Organisation ergeben sich im Allgemeinen aus den Bedürfnissen des Wasserlebens. Obwohl wir freilich selbst im Kreise der Wirbelthiere aus allen Classen Gruppen von Formen kennen, die sich im Wasser ernähren und bewegen, so ist doch nirgends die Organisation so bestimmt und vollkommen dem Wasserleben angepasst wie bei den Fischen.

Die Körpergestalt ist im Allgemeinen spindelförmig, mehr oder minder comprimirt, im Einzelnen zahlreichen Modificationen unterworfen. Es gibt ebensowohl cylindrische, Schlangen-ähnliche Fische *(Neunaugen, Aale)*, wie kugelige, ballonartig aufgetriebene Gestalten *(Gymnodonten)*. Andere Formen sind bandartig verlängert *(Bandfische)*, wieder andere sehr stark comprimirt, kurz, hoch und unsymmetrisch *(Pleuronectiden)*. Endlich kann auch eine dorsoventrale Abflachung zu platten, scheibenförmigen Fischgestalten führen *(Rochen)*.

Fig. 739.



Perca fluviatilis (règne animal).

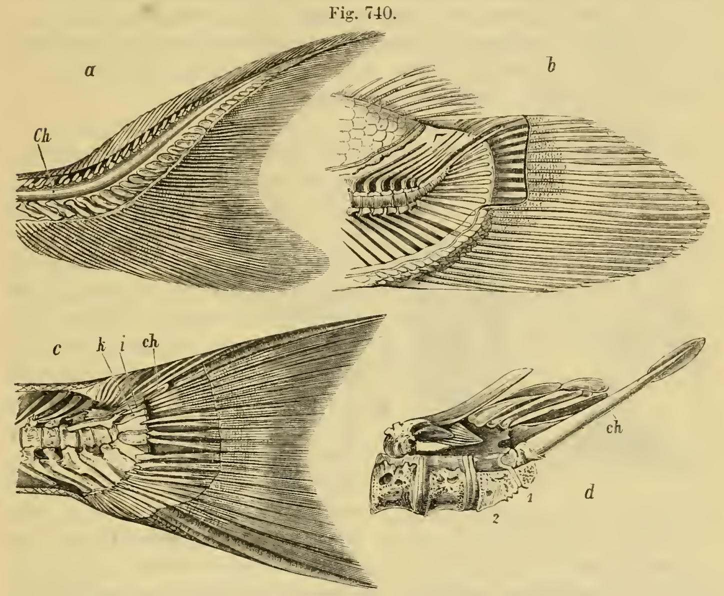
Für die Locomotion des Fisches kommen vornehmlich die seitlichen, durch mächtige Seitenrumpfmuskeln bewirkten Biegungen der Wirbelsäule in Betracht, deren Wirkung noch durch unpaare, einer Erhebung und Senkung fähige Flossenkämme des Rückens und Bauches verstärkt werden kann. Dagegen erscheinen die beiden Extremitätenpaare, die Brust- und Bauchflossen, mehr als Steuer für die Richtung der Bewegung. Diesem Modus der Bewegung entspricht der Bau der Wirbelsäule. Der Kopf sitzt unmittelbar und meist in fester Verbindung dem Rumpfe auf. Eine bewegliche Halsregion fällt vollständig aus. In seiner vorderen Partie zeigt sich der Rumpf starr, nach hinten zu wird er beweglicher und geht allmälig in den Schwanz über, welcher die vollkommenste Verschiebung seiner Wirbel gestattet und hierdurch als Hauptbewegungsorgan tauglich wird.

Das System der unpaaren Flossen ist der embryonalen Anlage nach auf einen medianen, über den Rücken und Schwanz bis zum After reichenden Hautsaum zurückzuführen, welcher später durch Einschnitte unterbrochen wird, so dass sich dann in der Regel drei Partien als Rückenflosse *(Pinna dorsalis)*, Schwanzflosse *(Pinna caudalis)* und Afterflosse *(Pinna analis)* sondern (Fig. 739). Zur Stütze des Hautsaumes sind meist feste

les poissons fossiles. Neufchâtel 1833—1844. Günther, Catalogue of the fishes in British Museum. London 1859—1870.

Strahlen vorhanden (Flossenstrahlen), bei den Knochenfischen entweder harte spitze Knochenstacheln, sog. *Stachelstrahlen (Acanthopteri)*, oder weiche gegliederte Strahlen *(Malacopteri)*. Die *Schwanzflosse* setzt sich in der Regel aus einer Abtheilung des dorsalen und ventralen Flossensaumes zusammen, variirt aber in ihrer Form mannigfach. Sind dorsale und ventrale Lappen symmetrisch, so wird die Schwanzflosse als *homocerk*, bei bedeutenderer Entfaltung des ventralen Lappens als *heterocerk* bezeichnet, in welchem Falle der Schwanztheil der Wirbelsäule meist aufwärts gekrümmt erscheint (Fig. 740 *a*). Aber auch im Falle einer äusseren Homocercie steigt

Fig. 740.



a Schwanzflosse von *Acipenser sturio*. *Ch* Chordastrang. *b* Von *Amia*. *c* Von *Salmo*. *i* erster, *k* zweiter Flossenstrahlträger am Chordaende in der Flosse. *d* Ende der Wirbelsäule desselben. *1* letzter, *2* zweitletzter Wirbelkörper. *ch* Chordastab mit Knorpelplatten. Fig. *b*, *c*, *d* nach Kölliker.

das Achsenskelet im Schwanze dorsalwärts empor, so dass dabei eine innere Heterocercie besteht (Fig. 740 *b*, *c*, *d*).

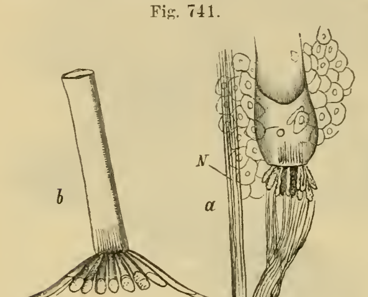
Die paarigen *Brust-* und *Bauchflossen* entsprechen den vorderen und hinteren Gliedmassen der übrigen Wirbelthiere. Die erstere heftet sich unmittelbar hinter den Kiemen mittelst eines bogenförmigen Schultergürtels dem Kopfe an, während die beiden in der Mittellinie genäherten Bauchflossen weiter nach hinten meist am Bauche, zuweilen freilich zwischen die ersteren gerückt, seltener an der Kehle liegen (Bauch-, Brust- und Kehlflosser).

Die Körperbedeckung der Fische bleibt nur selten vollkommen nackt (Rundmäuler). In der Regel finden sich Schuppen eingelagert, Verknöcherungen

der Cutispapillen, welche von der Epidermis vollständig überzogen sind. Oft bleiben die Schuppen so klein, dass sie, unter der Haut verborgen, ganz zu fehlen scheinen *(Aal)*, meist aber treten sie als feste, mehr oder minder biegsame Platten hervor, welche eine grosse Zahl concentrischer Linien und radiärer Streifen zeigen und dachziegelförmig übereinander liegen. Je nach der Beschaffenheit des freien Schuppenrandes unterscheidet man *Cycloid*schuppen mit glattem und *Ctenoid*schuppen mit gezähneltem Rande. Als *Ganoid*schuppen bezeichnet man wenig übereinandergreifende, meist rhombische, seltener cycloid gestaltete Schuppen mit äusserer Schmelzlage, als *Placoid*schuppen kleinere, verschieden gestaltete Knochenkörner (Ausgangsform der Zähne), welche der Hautoberfläche eine chagrinartige Beschaffenheit verleihen. (Hierauf beruhte Agassiz' Eintheilung der Fische in *Cycloiden, Ctenoiden, Ganoiden* und *Placoiden.*)

In der Haut treten eigenthümliche, durch seitliche Porenreihen nach aussen mündende Canäle, die *Seitenlinien*, auf, welche früher für schleimabsondernde Drüsen gehalten wurden, bis Leydig[1]) dieselben als Träger eines Sinnesorganes erkannte. Diese Organe sind bei den Myxinoiden und Stören kurze Säcke, bei den Rochen, Haien und Chimaeren einfache, ampullenförmig beginnende Röhren, die sich auch über den Kopf in mehreren Reihen hinziehen. Bei den Teleostiern sind es verzweigte Röhren, welche die Schuppen der Seitenlinien in Poren durchbrechen und auch am Kopfe in mehreren Reihen auftreten (Fig. 739). In der Wandung dieser Gänge verlaufen Nerven, welche in knopfförmigen Anschwellungen enden. Die epitheliale Bekleidung der letzteren enthält im Centrum kurze birnförmige Zellen, welche nach oben in ein feines starres Haar auslaufen, während sie an der Basis in den Axencylinder einer Nervenfaser übergehen (Fig. 741).

Fig. 741.



a Seitenorgan am Schwanze des Plötz. *N* Nerv. — *b* Seitenorgane am Kopfe, wahrscheinlich eines jungen Brachsen, nach Fr. E. Schulze.

Das *Skelet* bleibt im einfachsten Falle *(Amphioxus)* auf die *Chorda dorsalis* beschränkt. Dieselbe persistirt auch bei den *Myxinoiden*, welche bereits eine knorpelhäutige Schädelkapsel besitzen. Bei den *Petromyzonten*[2])

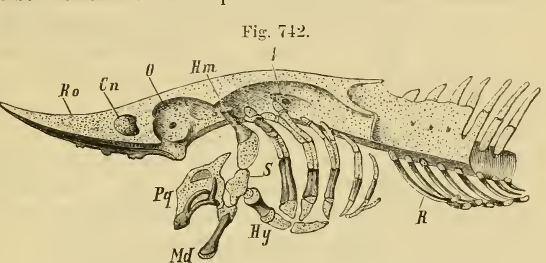
---

[1]) Vergl. Leydig, Ueber das Organ eines sechsten Sinnes. Dresden 1868. Fr. E. Schulze, Ueber die Sinnesorgane der Seitenlinie bei Fischen und Amphibien. Arch. für mikrosk. Anatomie, Tom. VI, 1870.

[2]) Vergl. Joh. Müller l. c. Reichert, Ueber die Visceralbögen im Allgemeinen etc. Müller's Archiv, 1837. A. Kölliker, Ueber die Beziehungen der Chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische. Würzburg 1866. C. Gegen-

treten zuerst oberhalb der Chorda knorpelige Bogenstücke und unterhalb derselben in der Schwanzgegend paarige Knorpelleisten auf, die Anlagen von oberen und unteren Wirbelbögen. Vollständiger sind diese Wirbelbögen bei den Stören *(Acipenser)* und Seekatzen *(Chimaera)*, deren Chorda, mit sehr derber bindegewebiger Scheide, der Chordazone des skeletogenen Gewebes, sich in vollem Umfange erhält. Eine Differenzirung des Achsenskeletes in discrete Wirbel tritt erst bei den *Haien* und *Rochen* auf, indem sich obere und untere Bogenstücke mit ringförmigen Stücken des skeletogenen Gewebes, den knorpeligen Wirbelkörpern, vereinigen. Die Chorda wird durch das Wachsthum dieser letzteren vertebral verdrängt, so dass biconcave (amphicoele) Wirbelkörper entstehen, deren konische Vertiefungen einen Abschnitt der Chorda, welcher mit dem benachbarten in der Regel noch im Centrum des Wirbelkörpers verbunden ist, enthalten. Bei den Knochenganoiden und Teleostiern ossificiren die biconcaven [1]) Wirbelkörper vollständig und verschmelzen mit den entsprechenden oberen und unteren knöchernen Bogenstücken zur Bildung eines vollständigen Wirbels. Im Verlaufe des Rumpfes legen sich an die hier auseinander weichenden unteren Bogenstücke (Hämapophysen) Rippen an, zu denen oft als Ossificationen der intermuskulären Ligamente die y-förmigen Fleischgräten hinzutreten.

Fig. 742.



Kopfskelet des Störs, nach Wiedersheim. *Ro* Rostrum, *Cn* Cavum nasale, *O* Orbita, *Hm* Hyomandibulare, *S* Symplecticum, *Pq* Palatoquadratum, *Md* Unterkiefer, *Hy* Zungenbein. *V* Vagusloch, *R* Rippen.

Auch die Gestaltung des Schädels zeigt eine Reihe fortschreitender Entwicklungsstufen bis zu dem complicirten Schädel der Teleostier. Am einfachsten verhält sich der Primordialschädel bei den *Cyclostomen*, bei denen eine knorpelig-membranöse Schädelkapsel auftritt, in deren knochenhartem Basilartheil die Chorda endet. Zwei Knochenblasen umschliessen als seitliche Anhänge des knöchernen Basilartheiles das Gehörorgan, während sich zwei vordere Schenkel mit dem complicirten Apparate der Gesichts- und Kiefergaumenknorpel verbinden. Einen weiteren Fortschritt zeigt der Primordialschädel der *Selachier* (Fig. 727), indem derselbe eine geräumige, nicht weiter in discrete Stücke zerfallende Knorpelkapsel bildet, in deren Basis die Chorda endet. Bei den Stören (Fig. 742) kommen zu der knorpeligen

Baur, Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen. Jen. naturwissensch. Zeitschr., Tom. III.

[1]) Nur die Gattung *Lepidosteus* besitzt einen vorderen Gelenkkopf am Wirbelkörper.

Schädelkapsel Knochenstücke hinzu, und zwar ein platter Basilarknochen, *Parasphenoideum*, sowie ein System von Deckknochen der Haut. Auch an dem knöchernen Schädel der *Ganoiden* und *Teleostier* bleiben noch zusammenhängende Abschnitte des knorpeligen Primordialcraniums zurück (*Amia*, Hecht und Lachs). Am längsten erhalten sich die Knorpelreste in der Ethmoidalregion *(Silurus, Cyprinus)*, während sie am Dache und an der Schädelbasis durch Knochen verdrängt werden.

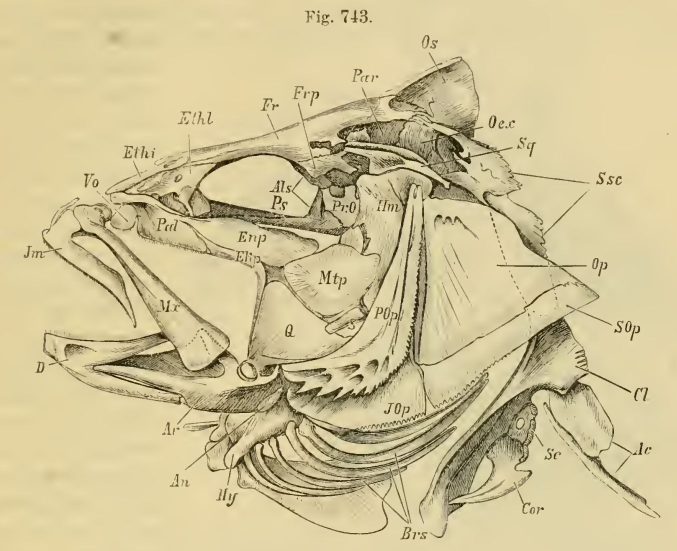
Die Verbindung des hinteren Schädelabschnittes mit der Wirbelsäule entbehrt (mit Ausnahme der Chimaeren und Rochen) einer Articulation, das *Os basilare* besitzt die konische Vertiefung und Gestalt des Wirbelkörpers. Dagegen drängt sich jederseits zwischen die *Occipitalia lateralia* (welche die Oeffnungen zum Durchtritt des Vagus und Glossopharyngeus enthalten) und das durch eine starke Crista ausgezeichnete *Occipitale superius* ein *Occipitale externum (Epioticum)* ein. An dieses schliessen sich das hintere Felsenbein, *Opisthoticum* (Huxley), von sehr verschiedener Grösse und Form (sehr gross bei *Gadus*, klein bei *Esox*) und das *Prooticum*, welches den vorderen halbzirkelförmigen Canal umfasst und von Oeffnungen zum Durchtritt des *Trigeminus* durchbrochen wird. Dazu kommt als äusseres Belegstück das *Squamosum (Pteroticum)*, das zur Verbindung mit dem *Hyomandibulare* dient. Die Unterfläche der Schädelkapsel wird von dem langen *Parasphenoideum* bedeckt. Die Seitenwände des Schädels werden durch zwei Paare von Flügelknochen *(Orbitosphenoideum, Alisphenoideum)* gebildet. Von diesen legt sich das hintere Paar an die Schenkel des Parasphenoids an und ist mit seinen Oeffnungen für die Augennerven und den Orbitalast des Trigeminus fast immer nachweisbar. Die Stücke des vorderen Paares *(Orbitosphenoid)* vereinigen sich oft am Boden des Schädels zur Herstellung eines medianen Knochens, der bei Reduction der Schädelhöhle durch ein knorpeliges oder häutiges Septum vertreten ist. Das Schädeldach wird von knöchernen Platten gebildet, unter denen sich nur selten noch Reste des Primordialcraniums erhalten. An das *Occipitale superius* schliessen vorne zwei *Parietalia*, an diese das grosse *Frontale principale* Cuv. an, zu dessen Seiten ein zum *Squamosum* reichendes und an der Gelenkverbindung mit dem Kieferstiel betheiligtes *Postfrontale (Sphenoticum)* liegt.

In der Ethmoidalregion finden wir in der Verlängerung der Schädelbasis einen unpaaren Knorpel oder Knochen, *Ethmoideum medium (impar)*, von der grossen, an das Parasphenoid anschliessenden *Vomer*platte ventralwärts überdeckt, und zwei seitliche paarige Knochenstücke, *Ethmoidea lateralia (Praefrontalia)*, welche von den Geruchsnerven durchbohrt werden und die Stütze der Nasengruben bilden. Endlich treten (zum Schutze der Kopfcanäle) als accessorische Hautknochen die *Ossa infraorbitalia* und *supratemporalia* auf.

Ein wahres Kiefergerüst kommt erst bei den *Selachiern* und *Stören* zur Ausbildung, wo ein am Schläfentheil befestigter Kieferstiel *(Hyomandibulare)* dem Kieferbogen und Zungenbein zur Befestigung dient (Fig. 727 und 742).

Der obere Abschnitt des ersteren *(Palatoquadratum)* ist meist am Schädel durch Bänder beweglich befestigt. Bei den Knochenfischen erscheint der Kieferstiel in mehrere Stücke zerfallen und zugleich als Träger des Kiemendeckels. Ein mit dem Schädel articulirendes *Hyomandibulare* nebst den von Cuvier als *Os symplecticum* und *tympanicum (Metapterygoideum)* bezeichneten Knochenstücken bilden den oberen Abschnitt, das *Praeoperculum* den mittleren und endlich das *Quadratum* den unteren, das Unterkiefergelenk tragenden Abschnitt des Kiefersuspensoriums. Die dem hinteren Rande des

Fig. 743.



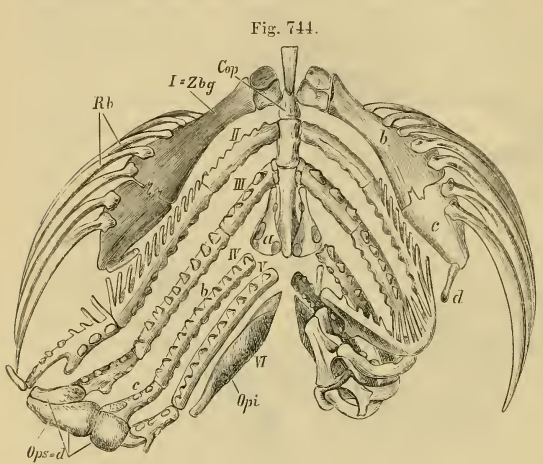
Kopfskelet von *Perca fluviatilis* (règne animal). *Os* Occipitale superius, *Oex* O. externum (Epioticum), *Par* Parietale, *Sq* Squamosum, *Fr* Frontale, *Frp* Postfrontale, *PrO* Prooticum, *Als* Alisphenoideum, *Ps* Parasphenoideum, *Ethi* Ethmoideum impar, *Ethl* E. laterale (Praefrontale), *Hm* Hyomandibulare, *S* Symplecticum, *Q* Quadratum, *Mtp* Metapterygoideum, *Enp* Entopterygoideum, *Ekp* Ectopterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Jm* Intermaxillare, *Mx* Maxillare, *D* Dentale, *Ar* Articulare, *An* Angulare, *Op* Operculum, *POp* Praeoperculum, *SOp* Suboperculum, *JOp* Interoperculum, *Hy* Hyoidbogen, *Brs* Radii branchiostegi, *Cl* Claviculare, *Sc* Scapulare, *Cor* Coracoideum, *Ssc* Supraclavicularia, *Ac* accessorische Stücke.

Praeoperculum sich anlegenden flachen Knochenstücke bilden den Kiemendeckel und werden als *Operculum*, *Suboperculum* und *Interoperculum* unterschieden. Ein vom *Metapterygoideum* und *Quadratum* nach dem Oberkiefer sich erstreckender Knochen entspricht dem Flügelbein und wird in der Regel aus einem äusseren *(Ectopterygoideum)* und inneren Stück *(Entopterygoideum)* zusammengesetzt. Dann folgt das Gaumenbein *(Palatinum)* und der Oberkieferapparat, mit dem an der Schnauzenspitze meist beweglich verschiebbaren Zwischenkiefer *(Intermaxillare)* und dem sehr variabeln, meist zahnlosen Oberkiefer *(Maxillare)*. Die beiden Aeste des Unterkiefers sind in der Mittellinie nur selten verwachsen und zerfallen mindestens in

ein hinteres *Os articulare* und ein vorderes *Os dentale,* zu dem meist noch ein *Angulare* und *Operculare* hinzukommen (Fig. 743).

Hinter dem Kieferbogen folgt noch ein System von gleichwerthigen, die Rachenhöhle umgürtenden Bögen, von denen der vordere als Zungenbeinbogen am äusseren Rande eine Anzahl von Stäben *(Radii branchiostegi)* zur Stütze der Kiemenhaut trägt, die übrigen als Kiemenbögen zum Tragen der Kiemenblättchen dienen (Fig. 744). Bei den Teleostiern entwickeln sich vier (selten drei) Bögen zu Kiementrägern, während der hintere, auf den ventralen Abschnitt reducirt, die sog. unteren Schlundknochen *(Pharyngealia inferiora)* bildet. Die oberen, an die Schädelbasis sich anlegenden Knochenstücke der Kiemenbögen werden als obere Schlundknochen *(Pharyngealia superiora)* bezeichnet. Von den beiden Extremitätenpaaren[1]) befestigt sich die Brustflosse mittels des Schultergürtels bei den Teleostiern am Schädel. Bei den Knorpelfischen tritt der Schultergürtel als einfaches knorpeliges Bogenstück auf, welches mit dem der anderen Seite in der Mittellinie ventralwärts verbunden bleibt. Schon unter den *Knorpelganoiden* wird diese primäre Form des Schultergürtels durch aufgelagerte Hautknochen *(Claviculare)* in die secundäre übergeführt, wie sie die *Teleostier* charakterisirt (Fig. 743). Dazu kommen Ossificationen, welche im Knorpel selbst entstehen und die als *Scapulare* und *Coracoideum,* beziehungsweise *Procoracoideum* bezeichneten Stücke liefern.

Fig. 744.



Zungenbein und Kiemenbogen von *Perca fluviatilis* (règne animal). *I (Zbg)* Zungenbeinbogen, *II—V* Kiemenbogen. *a, b, c, d* Glieder derselben, die obersten Stücke sind die Ossa pharyngealia superiora *(Ops)*, *VI (Opi)* die unteren Schlundknochen (O. pharyngealia inferiora). *Cop* Copulae, *Rb* Radii branchiostegi.

Das dem Schultergürtel eingefügte Flossenskelet erscheint von der als „*Archipterygium*“ benannten Flossenform ableitbar, welche noch bei *Ceratodus* als eine beiderseits mit gegliederten Seitenstrahlen *(Radien)*

[1]) Vergl. C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. 2. Heft. Leipzig 1865. Ueber das Skelet der Gliedmassen. Jen. naturwissensch. Zeitschr., Bd. V. Das Flossenskelet der Crossopterygier etc. Morph. Jahrb., Bd. XXII, 1894.

besetzte Achsenreihe von Knorpelstücken persistirt. Während bei den Selachiern das Flossenskelet durch die mächtig entfaltete laterale Radienreihe hergestellt wird, erscheint bei den Ganoiden und Teleostiern dieses primäre Skelet zu nur wenigen Stücken reducirt und durch von Hautossificationen aus entstandene Flossenstrahlen ersetzt.

Das *Nervensystem* (Fig. 745) zeigt im Vergleiche zu den höhern Vertebraten einfache Verhältnisse. Im Allgemeinen bleibt das Gehirn klein und bildet mehrere hintereinander liegende Anschwellungen, von denen die kleinen vorderen als *lobi olfactorii* in die Geruchsnerven übergehen. Die grösseren Vorderlappen entsprechen den *Hemisphären*, die mittleren kugeligen Anschwellungen dem Lobus des *dritten Ventrikels* im Vereine mit den *Corpora quadrigemina*. Nach vorne entsendet dieser Gehirntheil die Sehnerven, während an seiner unteren Fläche vom Boden des dritten Ventrikels der Hirnanhang *(Hypophysis)* mit dem *Infundibulum* entspringt. Der hintere Abschnitt entspricht dem kleinen Gehirn, welches als eine sehr verschieden entwickelte Querbrücke den vorderen Theil des vierten Ventrikels bedeckt, und der *Medulla oblongata*. Oft entwickeln sich an diesem Theile seitliche Anschwellungen, sog. *lobi posteriores*, bei den Stören und Haien am Ursprung

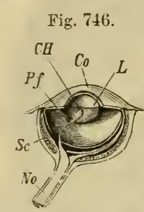
Fig. 745.

Gehirn und vorderer Theil des Rückenmarkes mit den austretenden Nerven von *Hexanchus griseus*, nach Gegenbaur. Rechterseits sind die Nerven frei präparirt; das rechte Auge ist entfernt. *A* Vordere Schädellücke, *N* Nasenkapsel, *Vh* Vorderhirn, *Mh* Mittelhirn, *Ce* Cerebellum, *Mo* Medulla oblongata, *Bo* Bulbus olfactorius, *tr* Trochlearis, *Tr'* erster Ast des Trigeminus, *a* Endzweig desselben auf der Ethmoidalregion, *Tr''* zweiter Ast, *Tr'''* dritter Ast, *Fa* Fascialis, *Gp* Glossopharyngeus, *Vg* Vagus, *L* Ramus lateralis, *J* Ramus intestinalis, *Os* Musculus obliquus sup., *Ri* M. rectus internus, *Re* M. rectus externus, *Rs* M. rectus superior, *S* Spritzloch, *Pq* Palatoquadratum, *Hm* Hyomandibulare, R Kiemenhautstrahlen, *I—VI* Kiementaschen, *1—6* Kiemenbogen, *Br* Kiemen, *P* Spinalnerven.

des *Trigeminus* als *lobi nervi trigemini*, bei *Torpedo* als grosse, die vierte Hirnhöhle überragende *lobi electrici*. Ein gesondertes Eingeweidenervensystem fehlt nur den *Cyclostomen*, bei denen dasselbe durch den *Vagus*, sowie durch Fasern der Spinalnerven vertreten wird. Das Rückenmark, welches an Masse das Gehirn bedeutend überwiegt, erstreckt sich ziemlich gleichmässig, meist ohne Bildung einer sog. *Cauda equina*, durch den ganzen Rückgratscanal und bildet in einigen Fällen *(Trigla, Orthagoriscus)* an seinem vorderen Abschnitte dem Ursprunge der Spinalnerven entsprechende paarige oder unpaare Anschwellungen.

Die *Augen*, selten unter der Haut und den Muskeln verborgen *(Myxine* und *Petromyzon*larven, sowie *Amblyopsis)*, bei *Amphioxus* durch einen dem Nervencentrum anliegenden Pigmentflecken vertreten, charakterisiren sich durch eine überaus flache *Cornea* und eine grosse, fast kugelrunde Krystalllinse, die mit ihrer vorderen Fläche aus der Pupille weit hervorragt (Fig. 746). Als eigenthümliche Bildungen des Fischauges sind ferner die sog. *Chorioidealdrüse*, ein meist an der Eintrittsstelle des Sehnerven sich erhebender gefässreicher Körper (Wundernetz), sowie die als *Processus falciformis* die Retina durchsetzende Chorioidealfalte mit der an der Linse befestigten *Campanula Halleri* hervorzuheben.

Fig. 746.



Auge von *Esox lucius*, horizontaler Durchschnitt. *Co* Cornea, *L* Linse, *Pf* Processus falciformis, *CH* Campanula Halleri, *No* Nervus opticus, *Sc* Verknöcherungen der Sclerotica.

Das *Gehörorgan* [1]) (nur bei *Amphioxus* vermisst) reducirt sich auf das Labyrinth (Fig. 734, *I*) und liegt bei *Knochenfischen*, *Ganoiden* und *Chimaeren* zum Theil frei in der Schädelhöhle, vom Fettgewebe umgeben. Bemerkenswerth ist die Verbindung, welche bei den *Cyprinoiden*, *Characinen*, *Siluroiden* u. a. zwischen Labyrinth und Schwimmblase durch eine Reihe von Knöchelchen hergestellt wird.

Das *Geruchsorgan* erscheint bei den *Cyclostomen* als einfacher Schlauch mit unpaarer medianer Oeffnung, der bei den *Myxinoiden* auch den Gaumen durchbohrt. Alle übrigen Fische besitzen doppelte, und zwar mit Ausnahme der *Dipnoer* blindgeschlossene Nasenhöhlen, deren innere Oberfläche durch Faltenbildungen der Schleimhaut beträchtlich vergrössert wird.

Weniger scheint der *Geschmackssinn* entwickelt zu sein, als dessen Sitz der nervenreiche Theil des weichen Gaumens und überhaupt der Mundhöhle (Geschmacksbecher) anzusehen ist. Zum Tasten mögen die Lippen und deren Anhänge, die häufig auftretenden „*Barteln*" dienen. Auch können abgelöste Strahlen der Brustflossen mit Rücksicht auf ihren Nervenreichthum als Tastorgane betrachtet werden *(Trigla)*. Einen eigenthümlichen Sinn

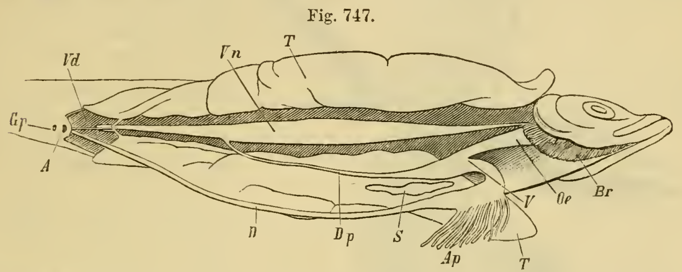
[1]) Vergl. E. H. Weber, De aure et auditu hominis et animalium. P. I.: De aure animalium aquatilium. Lipsiae 1820. C. Hasse, Anatomische Studien. Heft 3: Das Gehörorgan der Fische. Leipzig 1872. Vergl. ferner Retzius l. c.

vermitteln die bereits besprochenen nervösen Einrichtungen der sogenannten Schleimcanäle.

Als peripherische Adnexe des Nervensystems sind die *elektrischen* Organe (Zitterrochen, Zitteraal, Zitterwels, Nilhecht), sowie die Leuchtorgane zahlreicher Tiefseefische hervorzuheben.

Die *Verdauungsorgane* zeigen eine überaus verschiedene Gestaltung. Der am Vorderende des Kopfes gelegene Mund stellt sich meist als Querspalte dar und kann zuweilen mittelst verschiebbarer Stielknochen des Zwischen- und Oberkiefers vorgestreckt werden *(Labroiden)*. Die Rachenhöhle zeichnet sich durch ihre Weite und den Reichthum an Zähnen aus, die sich von den Papillen der Schleimhaut aus durch dentinoide Ossification entwickeln. Oft finden sich im Oberkieferapparate zwei parallele Bogenreihen von Zähnen, eine äussere im Zwischenkiefer und eine innere an den Gaumenbeinen, wozu noch eine mittlere unpaare Zahnreihe des Vomers hinzukommt. Dem Unterkiefer gehört nur eine Bogenreihe von Zähnen an. Auch am Zungenbein, am Oberkiefer und Parasphenoideum, sowie in der Regel auch an den Kiemenbögen und besonders an den oberen und unteren Schlundknochen können Zähne auftreten. Nach der Form unterscheidet man spitze kegelförmige *Fangzähne* (Kamm-, Bürsten-, Sammetzähne) und breite *Mahlzähne*.

Fig. 747.

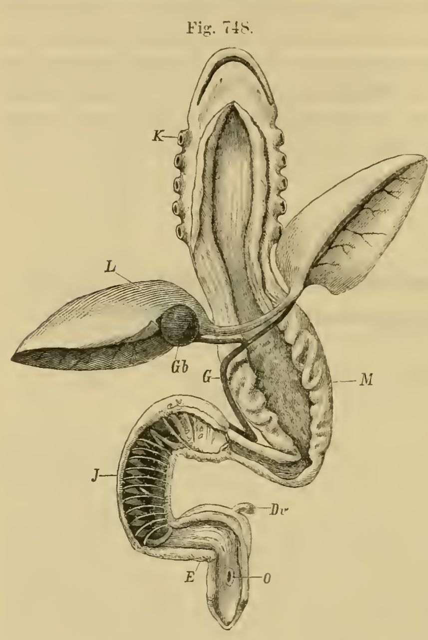


Darmcanal und Geschlechtsorgane von *Clupea Harengus*, nach Brandt. *Br* Kiemen, *Oe* Oesophagus, *V* Magen, *Ap* Appendices pyloricae, *D* Darm, *A* Afteröffnung, *Vn* Schwimmblase, *Dp* Luftgang, *S* Milz, *T* Hoden, *Vd* Ausführungsgang desselben, *Gp* Genitalporus.

Am Boden der Rachenhöhle kommt eine nur kleine, kaum bewegliche Zunge zur Entwicklung, während die Seitenwände von den Kiemenspalten durchbrochen werden. Es folgt dann eine meist kurze trichterförmige Speiseröhre und ein weiter Magenabschnitt, der sich häufig in einen ansehnlichen Blindsack auszieht (Fig. 747). Am Anfange des längeren, durch eine Klappe abgesetzten Mitteldarmes erheben sich nicht selten blinddarmförmige Anhänge *(Appendices pyloricae)*, deren Bedeutung auf eine Vergrösserung der secernirenden Darmoberfläche zurückzuführen sein dürfte. Die Innenfläche des meist in mehrfachen Schlingen gewundenen Darmes zeichnet sich durch die Längsfalten der Schleimhaut aus, nur selten kommen wie bei den höheren

Wirbelthieren Darmzotten vor; hingegen besitzt der hintere Darmabschnitt der *Selachier, Ganoiden* und *Dipnoer* eine eigenthümliche, schraubenförmig gewundene Längsfalte, die sog. Spiralklappe, welche zur Vergrösserung der resorbirenden Oberfläche wesentlich beiträgt. Ein Rectum ist keineswegs überall scharf gesondert und dann nur überaus kurz, bei den Selachiern mit einem blindsackartigen Anhang versehen (Fig. 748 *Dv*). Der After liegt in der Regel weit nach hinten und stets bauchständig vor der Mündung der Harn- und Geschlechtsorgane, bei den Kehlflossern und einzelnen Knochenfischen ohne Bauchflossen rückt er jedoch auffallend weit nach vorne bis an die Kehle. Speicheldrüsen fehlen den Fischen, dagegen findet sich stets eine grosse, fettreiche, meist mit einer Gallenblase versehene Leber, sowie in der Regel auch eine Bauchspeicheldrüse, die aber keineswegs, wie man früher glaubte, durch die drüsigen Pylorusanhänge ersetzt wird. Als Ausstülpung des Darmes entwickelt sich bei zahlreichen Fischen die Schwimmblase, ein Organ, welches morphologisch den Lungen entspricht. Dieselbe ist fast stets als ein unpaarer, selten *(Polypterus)* paariger, mit Luft gefüllter Sack, welcher an der Wirbelsäule über dem Darm liegt und ebenso häufig geschlossen, als durch einen *Luftgang* mit dem Lumen des Vorderdarmes in Communication steht (*Physostomi,* Fig. 747).

Fig. 748.



Darmapparat von *Torpedo*. *K* Kiemenlöcher, *M* Magen, *L* Leber, *Gb* Gallenblase, *G* Gallengang, *J* Darm mit Spiralklappe, *E* Enddarm, *Dv* drüsiges Divertikel, *O* Einmündung der Oviducte.

Zuweilen erscheint die Schwimmblase durch eine quere Einschnürung in einen vorderen und hinteren Sack abgeschnürt (Karpfen) oder ist mit Ausstülpungen und Anhängen versehen. Die Wandung derselben wird aus einer äusseren elastischen, zuweilen mit Muskeln belegten Haut und einer inneren Schleimhaut gebildet. Auch treten an der letzteren zuweilen drüsenartige Gebilde auf, welche auf die eingeschlossene Luftmenge einwirken mögen. Die Innenfläche ist meist glatt, in maschigen Vorsprüngen erhoben, welche zur Entstehung zelliger Hohlräume führen *(Ganoiden)*. Im letzteren Falle

kann sie zu einer wahren Lunge werden und als Respirationsorgan fungiren *(Lepidosteus, Dipnoi).* Von diesen Fällen abgesehen, erweist sich die Schwimmblase physiologisch als *hydrostatischer* Apparat, welcher im Wesentlichen die Aufgabe zu haben scheint, das specifische Gewicht des Fisches variabel zu machen und die rasche Verschiebung des Schwerpunktes zu erleichtern. Da, wo die Schwimmblase auftritt, muss der Fisch die Fähigkeit besitzen, theils durch die Muskeln ihrer Wand, theils mittelst der Rumpfmuskulatur die Blase zu comprimiren und den specifisch schwer gewordenen Körper zum Sinken zu bringen. Beim Nachlassen des Muskeldruckes wird sich die comprimirte Luft wieder ausdehnen und das specifische Gewicht herabsetzen; das Steigen des Fisches wird die Folge sein. Wirkt der Druck ungleichmässig auf die vordere und hintere Partie, so wird die specifisch schwerer gewordene Hälfte voransinken. Indessen scheint ein noch complicirteres, durch Bergmann [1]) näher beleuchtetes Verhältniss zu bestehen. Da nämlich das specifische Gewicht des Fisches mit dem des Wassers ziemlich übereinstimmt, bedarf es nur eines geringen Muskeldruckes, um den Fisch zum Sinken zu bringen. Da sich ferner das Wasser durch Druck nur wenig verdichtet, also in tieferen Schichten nahezu dasselbe specifische Gewicht behält wie an der Oberfläche, so ist die Grenze der Tiefe nicht abzusehen, in welche der Fisch mit Hilfe einer geringen Compression der Luftblase gelangen müsste, zumal auch der Körper des Fisches dichter und specifisch schwerer wird. Das specifische Gewicht des Fisches muss sogar ungleich mehr zunehmen als die Dichtigkeit des Wassers, denn der Inhalt der Schwimmblase stellt ein Gasgemenge dar, welches in geradem Verhältnisse mit dem zunehmenden Drucke comprimirt wird. Demnach wird der Fisch beim Sinken in einen um so grösseren Kampf mit dem zunehmenden specifischen Gewicht seines Körpers gerathen, je grösser seine Schwimmblase im Verhältnisse zum Körper ist, und niemals so tief gehen dürfen, dass ihm der Einfluss seines eigenen Körpers auf die Compression der Luft, also die Fähigkeit der Abspannung verloren geht. Ebenso darf umgekehrt der aufsteigende Fisch nicht so hoch steigen, dass er bei der mechanisch erfolgenden Ausdehnung der Schwimmblase die Muskelwirkung aus seiner Gewalt verliert. Der Besitz der Schwimmblase bindet demnach den Fisch an gewisse Tiefen, innerhalb welcher ihm dieselbe beim Aufsteigen und Sinken vortreffliche Dienste leistet. Fische, die in sehr bedeutender Tiefe leben (Kilch im Bodensee), kommen todt mit dickem Bauche und hervorgetriebenem Schlunde an die Oberfläche.

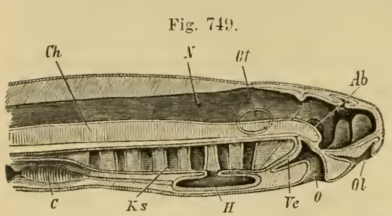
Die *Respiration* wird überall durch Kiemen vermittelt. Bei den *Cyclostomen* (Fig. 749), denen als Kiemenstützen fungirende Visceralbögen fehlen, sind 6 oder 7 Paare von Kiemenbeuteln vorhanden, welche die

---

[1]) Vergl. Bergmann und Leuckart, Anatom.-physiolog. Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart 1852.

Kiemenblättchen tragen und entweder durch gesonderte innere Kiemengänge *(Myxine)* oder durch einen gemeinsamen, sämmtliche Kiemengänge aufnehmenden Canal *(Petromyzon)* in den Oesophagus münden. Zur Ableitung des Wassers dienen äussere Kiemengänge, welche entweder gesondert *(Petromyzon)* oder aber in einer gemeinsamen Oeffnung *(Myxine)* an den Seiten des Körpers ausmünden. In der Umgebung der äusseren Kiemengänge kommt ein Netzwerk von Knorpelstäben zur Entwicklung, welche sich zu einem förmlichen Korb im Umkreis des Kiemenbeutels vereinigen.

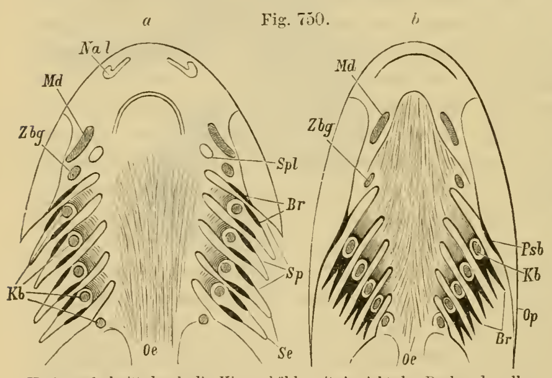
Fig. 749.



Schematischer Längsschnitt durch den Kopf einer *Petromyzon*-larve, nach Balfour. *N* Nervensystem, *Ch* Chorda dorsalis, *Ot* Gehörblase (als sichtbar dargestellt), *O* Mund, *Ve* Velum, *H* Schilddrüseneinstülpung, *Ks* Kiementaschen, *C* Herz, *Ab* Augenblase, *Ol* Riechgrube.

Bei den *Plagiostomen* (Fig. 750 *a*) finden sich sackförmige, durch seitliche Oeffnungen nach aussen führende Taschen oder Säcke, mit deren vorderen und hinteren, durch Knorpelstäbchen gestützten Wänden die Kiemenblättchen verwachsen sind. Die Wandungen dieser Kiemensäcke sind durch Scheidewände, welche sich zwischen den beiden Blättchenreihen eines jeden Bogens erheben, von einander abgegrenzt und auch noch durch ein äusseres Gerüst von Knorpelstäben gestützt. Bei den *Selachiern* sind es in der Regel 5 Paar Kiemensäcke, von denen der letzte nur an seiner Vorderwand eine Blättchenreihe (die hintere des vierten eigentlichen Branchialbogens) entwickelt, während der erste Sack ausser der vorderen Blättchenreihe des ersten Branchialbogens noch am Zungenbeinbogen eine der Nebenkieme der *Chimaeren* und *Ganoiden* entsprechende Kiemenblättchenreihe trägt. Indessen kommt zuweilen auch noch am Kieferbogen als Kiemenrest die *Pseudobranchie* des Spritzloches vor, deren Gefässe dem arteriellen Kreislaufe angehören und ein sog. Wundernetz erzeugen. Bei den

Fig. 750.



Horizontalschnitt durch die Kiemenhöhle mit Ansicht des Daches derselben, *a* eines Haies, *b* eines Teleostiers, nach Gegenbaur, verändert. *Nal* Nasenloch, *Md* Mandibel, *Zbg* Zungenbeinbogen, *Kb* Kiemenbogen, *Oe* Oesophagus, *Spl* Spritzloch, *Br* Kiemen, *Sp* Kiemenspalten, *Se* Septa der Kiementaschen, *Psb* Pseudobranchie des Kiemendeckels (Kiemendeckelkieme), *Op* Kiemendeckel.

Teleostiern (Fig. 750 *b*) und *Ganoiden* sitzen die lanzettförmigen Blättchen in Doppelreihen den vier als Kiemenbögen fungirenden Visceralbögen auf und bilden jederseits vier kammförmige Kiemen, welche in einer geräumigen, von Kiemendeckel und Kiemenhaut überlagerten Kiemenhöhle liegen. Indessen finden sich auch an der Innenseite des Kiemendeckels Kiemenblättchen als *Nebenkiemen*, welche bei vielen *Ganoiden* und *Chimaera* auch als Kiemen fungiren, bei den *Teleostiern* aber die respiratorische Bedeutung verloren haben und als *Pseudobranchien des Kiemendeckels* bezeichnet werden. Zwischen Kiemensäcken und kammförmigen, in einer Kiemenhöhle gelegenen Kiemen steht die Kiemenbildung der *Chimaeren*, indem hier die Scheidewand zwischen je zwei zu einer Kieme gehörigen Blättchenreihen nur bis zum distalen Ende dieser letzteren reicht, ohne mit dem Integument in Verbindung getreten zu sein, und eine die Kiemen überdeckende Hautfalte am Hinterrande des Hyomandibulare entspringt.

Aeussere, aus den Spalten der Kiemensäcke hervorragende Kiemen finden sich bei den Embryonen der *Plagiostomen* und von *Polypterus*, ferner kommen 3 Paar rudimentärer äusserer Kiemen, ausser den hier vorhandenen inneren Kiemen bei *Protopterus annectens* vor.

Fig. 751.

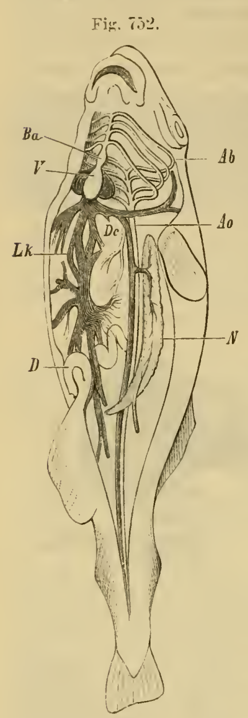
Kopf von *Anabas scandens* (règne animal) nach Abhebung des Kiemendeckels, um die geräumigen oberen Schlundknochen zu zeigen.

Als accessorische Athmungsorgane sind Nebenräume der Kiemenhöhle zu betrachten, welche die respirirende Oberfläche durch Entwicklung eines Capillarnetzes vergrössern. Dieselben stellen entweder labyrinthförmige Höhlungen in den oberen Schlundknochen (*Labyrinthfische*, Fig. 751), dar, oder sackförmige Ausstülpungen der Kiemenhöhlenschleimhaut (*Saccobranchus, Amphipnous*). Wahre, aus der Schwimmblase entstandene Lungen mit inneren zelligen Räumen, kurzer Luftröhre und glottisartiger Einmündung in den Schlund kommen bei *Lepidosteus* und den *Dipnoern* vor.

Der Kreislauf des rothen (bei *Amphioxus* und den *Leptocephaliden* farblosen) Blutes erfolgt innerhalb eines geschlossenen Gefässsystems, an welchem mit Ausnahme von *Amphioxus* ein muskulöser pulsirender Abschnitt als Herz auftritt. Dasselbe (Fig. 752) liegt weit vorne an der Kehle unter dem Kiemengerüst, von einem Herzbeutel umschlossen, dessen Innenraum bei den Plagiostomen, Chimaeren, Stören etc. mit der Leibeshöhle communicirt. Das *Herz* erscheint als einfaches venöses Kiemenherz, aus einem dünnwandigen weiten Vorhof und einer sehr kräftigen muskulösen Kammer zusammengesetzt, welche von jenem durch zwei Taschenklappen getrennt ist. Der Vorhof nimmt das aus dem Körper zurückkehrende venöse Blut auf, die Kammer führt dasselbe durch eine aufsteigende Aorta nach den

Respirationsorganen. Die Aorta beginnt mit einer zwiebelartigen Anschwellung, *Bulbus arteriosus,* an deren Stelle bei den *Ganoiden, Plagiostomen, Dipnoern* eine selbständig pulsirende Herzabtheilung mit Reihen halbmondförmiger Klappen, *Conus arteriosus,* auftritt. Während die Fische mit einfachem Aortenbulbus nur zwei Taschenklappen an dessen Ursprung aufzuweisen haben, besitzen die genannten Ordnungen meist 2 bis 4, selten 5 Querreihen von je 3, 4 und zahlreichen Taschenklappen in dem Conus arteriosus. Die Aorta theilt sich in eine Anzahl paariger, den embryonalen Aortenbögen entsprechender Gefässbögen, welche als Kiemenarterien in die Kiemenbögen eintreten und Zweige zur Bildung der respiratorischen Capillarnetze an die Blättchen abgeben (Fig. 72). Aus den Capillarnetzen gehen Gefässe hervor, welche an jedem Kiemenbogen zu einer grösseren Kiemenvene (Epibranchialarterie) zusammenfliessen. Letztere vereinigen sich, der Vertheilung der Kiemenarterien entsprechend, zur Bildung der grossen Körperarterie, *Aorta descendens*, lassen aber schon vorher, und zwar aus den Epibranchialarterien des oberen Bogens, die Gefässe des Kopfes hervorgehen. Die Anordnung der Hauptvenenstämme schliesst sich bei den Fischen am nächsten den embryonalen Verhältnissen an. Entsprechend den vier Cardinalvenen des Embryos führen zwei vordere *(Jugularvenen)* und zwei hintere *Cardinalvenen* das venöse Blut zurück, indem sich dieselben jederseits zu einem Quercanal *(Ductus Cuvieri)* vereinigen; letztere münden in einen hinter dem Atrium gelegenen *Sinus venosus* ein. Durch Einschiebung eines doppelten Pfortadersystems gestaltet sich jedoch der Lauf des zurückkehrenden venösen Blutes complicirter. Aus den Aesten der Caudalvene, die bei den Cyclostomen und Selachiern in beide Cardinalvenen, bei vielen Teleostiern nur in die rechte Cardinalvene übergeht, entwickelt sich der Pfortaderkreislauf für die Niere, aus welcher das Blut dann ebenfalls in die Cardinalvenen gelangt. Zum Pfortaderkreislauf der Leber dagegen wird das Venenblut des Darmes verwendet und durch eine einfache oder mehrfache Vene zwischen den beiden *Ductus Cuvieri* in den *Sinus venosus* geführt. Derartige Capillarsysteme müssen die Fortbewegung des Blutes bedeutend

Fig. 752.

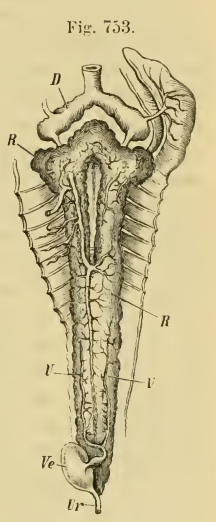


Kreislaufsorgane eines Knochenfisches, schematisch. *V* Ventrikel, *Ba* Bulbus arteriosus mit den Arterienbögen, welche das venöse Blut in die Kiemen führen, *Ab* Arterienbögen, *Ao* Aorta descendens, zu welcher die aus den Kiemen austretenden Epibranchialarterien zusammentreten, *N* Niere, *D* Darm, *Lk* Leberpfortaderkreislauf, *Dc* Ductus Cuvieri.

hindern, und so erklärt sich das Auftreten von sog. Nebenherzen an der Caudalvene des Aales und an der Pfortader von *Myxine*.

Als *Harnorgane* der Fische (Fig. 753) fungiren die persistirenden *Urnieren* (Mesonephros), welche sich längs des Rückgrates vom Kopfe bis zum Ende der Leibeshöhle erstrecken und zwei zu einem gemeinsamen Gang (meist unter Bildung einer Harnblase) sich vereinigende Harnleiter entsenden. Stets liegen Harnblase und Ausführungsgang derselben hinter dem Darmcanal. Jener mündet bei den meisten Knochenfischen mit der Geschlechtsöffnung gemeinsam oder auf einer besonderen Papille hinter der Geschlechtsöffnung. Bei den *Plagiostomen* und *Dipnoern* dagegen kommt es zur Bildung einer Kloake, indem bei den ersteren Harnweg nebst Geschlechts-Ausführungsgängen in den erweiterten Endabschnitt des Darmrohres einmünden, während bei den *Dipnoern* die getrennten Harnleiter seitlich in diesen Abschnitt eintreten.

Fig. 753.



Nieren von *Salmo fario*, nach Hyrtl. *R* Nieren, *U* Ureter, *Ve* Harnblasen-artige Erweiterung, *Ur* Ausführungsgang derselben, *D* Ductus Cuvieri.

Mit Ausnahme hermaphroditischer Formen wie *Serranus* und *Chrysophrys* (sowie Karpfenzwitter) sind die Fische getrennten Geschlechtes, nicht selten mit geringeren *(Tinca, Cobitis)* oder bedeutenderen *(Macropodus)* äusseren Geschlechtsunterschieden. Männliche und weibliche Zeugungsorgane verhalten sich jedoch nach Lage und Gestalt oft so übereinstimmend, dass die Untersuchung ihres Inhaltes zur Bestimmung des Geschlechtes erforderlich ist, zumal da meist auch äussere Geschlechtsunterschiede hinwegfallen. Die Ovarien erweisen sich als paarige (bei den Myxinoiden, sowie bei den Haien und verschiedenen Knochenfischen, wie *Perca, Blennius, Cobitis* unpaare) bandartige Säcke, welche unterhalb der Nieren zu den Seiten des Darmes gelegen sind. Die Eier entstehen an der inneren quergefalteten Ovarialwandung in geschlossenen Follikeln, in denen sie eine dicke Eikapsel (mit Poren und Mikropyle) erhalten, und gelangen in den inneren Hohlraum der zur Fortpflanzungszeit mächtig anschwellenden Säcke. Dagegen besitzen die mit Ausnahme der *Cyclostomen* überall paarigen Hoden eine aus Quercanälchen oder blasigen Räumen zusammengesetzte Structur. Im einfachsten Falle entbehren Hoden und Ovarien besonderer Ausführungsgänge: es gelangen dann die Geschlechtsstoffe nach Dehiscenz der Drüsenwand in den Leibesraum und von hier durch einen hinter dem After befindlichen Genitalporus nach aussen (bei den Rundmäulern, Aalen und weiblichen Lachsen). Weit häufiger treten indessen Ausführungsgänge hinzu, sei es wie bei Knochenfischen als unmittelbare Fortsetzungen der Geschlechtsdrüsen, sei es wie bei den Ganoiden, weiblichen Plagiostomen und Dipnoern

als selbständige, mit trichterförmiger Oeffnung frei beginnende Canäle (Müller'sche Gänge). Bei den Knochenfischen vereinigen sich sowohl die beiden Eileiter als Samenleiter zu einem unpaaren Gange, der sich zwischen After und Mündung des Harnweges auf der Urogenitalpapille nach aussen öffnet; bei den Plagiostomen und Dipnoern kommt es zur Bildung einer gemeinsamen Kloake. Aeussere accessorische Begattungsorgane finden sich nur bei den männlichen Selachiern als lange durchfurchte Knorpelanhänge der Bauchflossen.

Die meisten Fische legen Eier ab, nur wenige Teleostier, wie z. B. *Anableps*, *Zoarces*, die *Cyprinodonten* u. a., sowie ein grosser Theil der *Haie* gebären lebendige Junge, welche meist in einem erweiterten, als Uterus fungirenden Abschnitte der Eileiter die embryonale Entwicklung durchlaufen. Meist tritt die Fortpflanzung nur einmal im Jahre, am häufigsten im Frühjahr ein, seltener im Sommer, ausnahmsweise wie bei vielen Salmoniden, im Winter. Nicht selten treten zur Laichzeit Farbenveränderungen und Hautwucherungen, besonders beim männlichen Thiere auf (Hochzeitskleid). Beide Geschlechter sammeln sich dann oft in grösseren Schaaren, suchen seichte Brutplätze in der Nähe der Flussufer oder am Meeresstrande auf (Häringe); einige unternehmen ausgedehntere Wanderungen, durchstreifen in grossen Zügen weite Strecken an den Küsten des Meeres *(Thunfische)* oder steigen aus dem Meere in die Flussmündungen auf und ziehen mit Ueberwindung grosser Hindernisse (Salmsprünge) stromaufwärts bis in die kleineren Nebenflüsse (*Lachse, Maifische, Störe* etc.), wo sie an geschützten und nahrungsreichen Orten ihre Eier ablegen. Umgekehrt wandern die Aale zur Fortpflanzungszeit aus den Flüssen in das Meer, aus welchem im nächsten Frühjahre die Aalbrut zu Milliarden in die Mündungen der süssen Gewässer eintritt und stromaufwärts zieht. Die Befruchtung des abgesetzten Laiches im Wasser kann als Regel gelten (daher die Möglichkeit künstlicher Befruchtung und Piscicultur). Indessen findet bei den lebendig gebärenden Fischen, sowie bei den Rochen, Chimaeren und Hundshaien, welche sehr grosse, von einer hornigen Schale umschlossene Eier legen, eine wahre Begattung und innere Befruchtung des Eies statt. In wenigen Ausnahmsfällen zeigen merkwürdigerweise die Männchen eine Brutpflege *(Hippocampus, Cottus, Gasterosteus)*.

Die *Embryonalentwicklung* der Fische unterscheidet sich von der Entwicklung der höheren Wirbelthiere hauptsächlich dadurch, dass die Bildung von *Amnion* und *Allantois* unterbleibt. Sowohl die kleineren, mit Mikropyle versehenen Eier der Knochenfische, als die grossen, von einer harten Hornschale umhüllten Eier der Plagiostomen enthalten eine reiche Menge Nahrungsdotter und erfahren eine partielle Furchung, erstere mit äqualer, letztere mit inäqualer Furchung. Abweichend verhalten sich die Eier des *Amphioxus* und der Cyclostomen. Im Allgemeinen verlassen die jungen Fische ziemlich frühzeitig die Eihüllen, mit mehr oder minder deutlichen Resten des bereits vollständig in die Leibeswandung aufgenommenen, aber bruchsackartig

vortretenden Dottersackes. Obwohl die Körperform der ausgeschlüpften Jungen von der des ausgebildeten Thieres wesentlich abweicht, fällt doch, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eine wahre Metamorphose hinweg.

Der grösste Theil der Fische lebt in der See, indessen erscheint der Aufenthalt im süssen oder salzigen Wasser keineswegs für alle Fälle ein exclusiver. Viele, wie die Plagiostomen, sind allerdings fast durchwegs auf das Meer, andere, wie die Cyprinoiden und Esociden, auf die süssen Gewässer beschränkt, indessen gibt es auch Fische, welche periodisch, namentlich zur Laichzeit, in ihrem Aufenthalte wechseln. Einige Fische leben in unterirdischen Gewässern und sind wie die Höhlenbewohner blind *(Amblyopsis spelaeus)*. Ausserhalb des Wassers sind nur wenige Fische längere Zeit im Stande zu leben, im Allgemeinen sterben die Fische im Trockenen um so rascher ab, je weiter ihre Kiemenspalte ist. Fische mit enger Kiemenspalte (Aale) besitzen ausserhalb des Wassers eine ungewöhnliche Lebenszähigkeit. Nach Hancock soll eine *Doras*-Art in grossen Schaaren über den Erdboden hin aus einem Gewässer in das andere wandern. Am längsten vermögen, von *Protopterus* und *Lepidosiren* abgesehen, einige ostindische Süsswasserfische, deren labyrinthförmig ausgehöhlte obere Schlundknochen ein vielzelliges Wasserreservoir darstellen, im Trockenen zu leben (*Anabas scandens*, Fig. 751). Selbst fliegende Fische fehlen nicht *(Exocoetus, Dactylopterus)*. Auch gibt es zahlreiche, oft sehr bizarr gestaltete Tiefseebewohner.

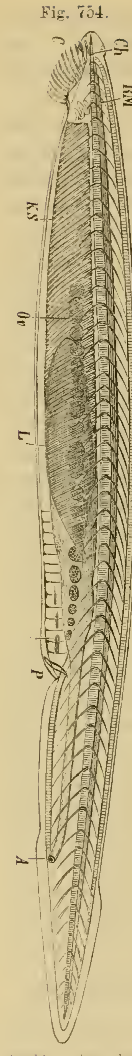
Durch das ausgedehnte Vorkommen fossiler Fischreste in allen geologischen Perioden erhalten die Fische für die Kenntniss der Entwicklungsgeschichte des Thierlebens auf der Erde eine hohe Bedeutung. In paläozoischen Formationen bilden höchst absonderliche Fischgestalten, wie die der *Cephalaspiden*, die ältesten Repräsentanten der Wirbelthiere. Von hier an finden sich bis zur Kreide fast ausschliesslich Knorpelfische und Ganoiden, unter denen die Formen mit persistenter Chorda und knorpeligem Schädel vorwiegen. Erst im Jura treten Ganoiden mit ausgebildeterem knöchernen Skelet, runden Schuppen und äusserlich homocerker Schwanzflosse, ebenso auch die ersten Knochenfische auf. Von der Kreide an nehmen die Knochenfische in den jüngeren Formationen an Reichthum und Mannigfaltigkeit der Formen um so mehr zu, je mehr man sich der jetzigen Fauna nähert.

1. Ordnung (Unterclasse). **Leptocardii**[1] **(Acrania), Röhrenherzen.**

Lanzettförmig, ohne Brust- und Bauchflossen, mit persistirender Chorda, ohne Schädelkapsel und ohne Herz, mit pulsirenden Gefässstämmen und farblosem Blute.

[1]) Joh. Müller, Ueber den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum (Amphioxus lanceolatus). Abhandl. der Berliner Akad., 1842. A. Kowalevsky, Entwicklungsgeschichte von Amphioxus lanceolatus. St. Petersburg 1867. Derselbe,

Fig. 754.



Amphioxus lanceolatus. *C* Mundcirren, *KS* Kiemen, *L* Leber, *A* Afteröffnung, *P* Porus des Peribranchialsackes, *Ov* Ovarien, *Ch* Chorda, *RM* Rückenmark.

Der lanzettförmige Leib des (von Pallas für eine Nacktschnecke gehaltenen) *Amphioxus* (Fig. 754) wird ungefähr 2 Zoll lang und ist mit einem dorsalen und analen, aber strahlenlosen Flossenraum besetzt, welcher sich continuirlich in die lanzettförmige Schwanzflosse fortsetzt. An Stelle der Wirbelsäule persistirt die mächtige Chorda, an deren Dorsalseite das Rückenmark verläuft, dessen vorderer wenig angeschwollener Abschnitt die Anlage des Gehirns bezeichnet. Auch fehlt eine dem Schädel entsprechende Kapsel. Gehörorgane fehlen. Die links gelegene kleine, als Riechgrube bezeichnete Vertiefung ist eine Epitheleinsenkung im Umkreise der persistirenden vorderen Oeffnung des Medullarrohres und entspricht wahrscheinlich dem Geruchsorgan nebst der Hypophysis der Cranioten.

Die kieferlose Mundöffnung ist eine längliche, von einem hufeisenförmigen und gegliederten, wimpernde Cirren tragenden Knorpel gestützte Spalte und führt in einen langen Pharyngealsack, welcher, von zahlreichen seitlichen Spalten durchbrochen, die Respiration besorgt. Am Eingange desselben liegen zwei Schlundsegel und jederseits drei fingerförmige vorspringende Wimperwülste. Die seitlich durch schräg verlaufende Stäbchen gestützte Wandung bildet über den Stäbchen nach innen vorspringende blattförmige Kiemenfalten, zwischen welchen Spaltöffnungen zum Abfliessen des Wassers in einen oberflächlichen (erst secundär durch das Ueberwachsen einer Hautduplicatur erzeugten), mittelst Porus an der Bauchseite ausmündenden Peribranchialraum frei bleiben. Ventral verläuft im Kiemensacke eine flimmernde Hypobranchialrinne (Endostyl der Tunicaten, Thyreoidea), an deren Ende das Darmrohr be-

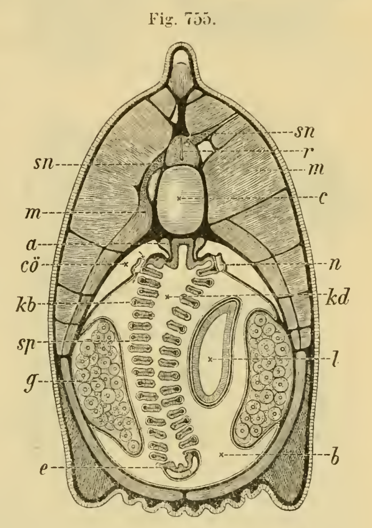
---

Weitere Studien etc. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XIII. W. Rolph, Untersuchungen über den Bau des Amphioxus lanceolatus. Morph. Jahrb., Tom. II, 1876. P. Langerhans, Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. XII. B. Hatschek, Studien über die Entwicklung des Amphioxus. Arbeiten aus dem zoolog. Institute in Wien, Tom. IV, 1881. Derselbe, Mittheilungen über Amphioxus. Zool. Anz., VII. Jahrg., 1884. Derselbe, Ueber den Schichtenbau des Amphioxus. Anatom. Anzeiger, III. Jahrg., 1888. Derselbe, Die Metamerie des Amphioxus und des Ammocoetes. Ebendas., VII. Jahrg., 1892. Ray Lankester and Willey, The development of the atrial chambre of Amphioxus. Quart. Journ. Micr. Science, Vol. 31, 1890. Th. Boveri, Die Nierencanälchen des Amphioxus etc. Zool. Jahrb., Bd. V, 1893.

ginnt, welches sich in gerader Richtung bis zum Schwanze fortsetzt und durch einen etwas seitlich gelegenen After ausmündet. Dasselbe sondert sich in zwei Abschnitte, von denen der vordere rechtsseitig einen Leberblindsack bildet.

Das *Gefässsystem* entbehrt eines selbständigen Herzens, an dessen Stelle die grösseren Blutgefässstämme pulsiren. Die Anordnung der Gefässe gestattet einen Vergleich mit dem Gefässapparate der Gliederwürmer und entspricht zugleich in einfachster Form dem Typus der Vertebraten. Ein unterhalb des Athemsackes verlaufender Längsstamm entsendet zahlreiche an ihrem Ursprunge contractile Gefässe zu den Kiemen. Die vorderste dieser Kiemenarterien ist blos rechterseits vorhanden und setzt sich unterhalb der Chorda zum Anfange der auch die nachfolgenden Kiemenarterien aufnehmenden Aorta fort. Das aus den Subintestinalnerven strömende Blut sammelt sich in einer der Pfortader entsprechenden Vene, welche sich an dem Leberblindsack in feine Verzweigungen auflöst. Erst ein zweites contractiles Blutgefäss (Lebervene, Hohlvene) nimmt das Blut aus jenen Verzweigungen wieder auf und führt es in den subbranchialen Längsstamm zurück. Die Blutkörperchen sind farblos.

Fig. 755.



Querschnitt durch die Kiemenregion des *Amphioxus*. *r* Rückenmark, *sn* abtretende Nerven, *m* Muskeln, *c* Chorda, *a* Aorta descendens, *cö* Coelom (branchiale Leibeshöhle), *n* Niere (links durch Pfeile bezeichnet), *kd* Kiemendarm, *kb* Kiemenbogen, *sp* Kiemenspalten, *g* Geschlechtsorgane, *l* Leberblindsack, *b* Peribranchialraum, *e* Hypobranchialrinne, darunter Aorta ascendens (nach einer Zeichnung von Ray Lankester, verändert von Th. Boveri aus Hertwig).

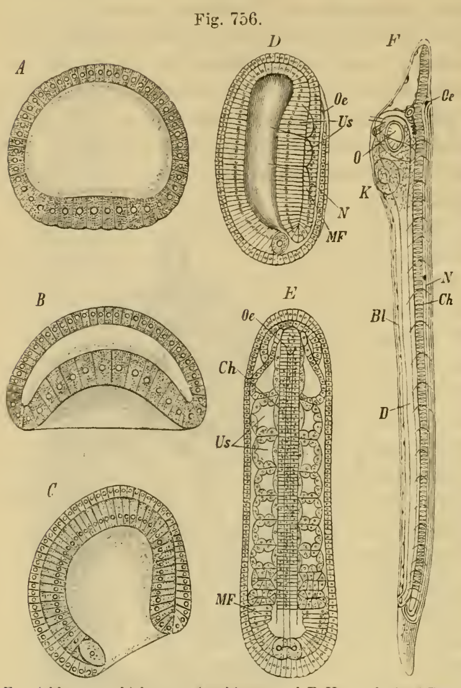
Die Leibeshöhle, in welcher der Darmcanal suspendirt ist, setzt sich in die Kiemenregion fort. Im peribranchialen Theile derselben liegen die *Geschlechtsdrüsen*, die in beiden Geschlechtern ähnlich gestalteten, regelmässige segmentale Anschwellungen bildenden Hoden und Ovarien. Die Geschlechtsproducte gelangen durch Dehiscenz der Drüsenfollikel in den Peribranchialraum.

In diesen münden auch die erst in jüngster Zeit bekannt gewordenen *Harncanälchen*, welche mit einem Flimmertrichter im branchialen Theile der Leibeshöhle beginnen (Fig. 755, *n*).

Die Eier durchlaufen eine totale Furchung. Die Furchungszellen bilden eine Keimblase, welche sich durch Einstülpung zu einer mit Wimpern bekleideten Gastrulalarve umgestaltet. Durch seitliche Falten des Entoderms entsteht das Mesoderm, an dem alsbald die Gliederung in Urwirbel auftritt,

während sich gleichzeitig aus dem Ectoderm das hinten mit dem Darmrohre communicirende, vorne frei sich öffnende Nervenrohr entwickelt. Später erfolgt die Anlage der Chorda vom Entoderm aus (Fig. 756). Die in das Larvenleben fallenden Veränderungen werden durch eine bedeutende Verlängerung des Leibes eingeleitet. In der weiteren Entwicklung der Larve tritt eine auffallende Asymmetrie (für Urwirbel, Mund, vordere Kiemenspalte, After, sog. Riechorgan) hervor. Der anfangs frei liegende Kiemenapparat wird erst später durch eine als Rinne beginnende Hautduplicatur, durch welche die Bildung der Peribranchialhöhle eingeleitet wird, überwachsen.

Fig. 756.



Entwicklungsgeschichte von *Amphioxus*, nach B. Hatschek. *A* Blastosphaera. *B* Beginn der Einstülpung des Entoderms (Gastrula). *C* Späteres Gastrulastadium (die Geisseln der Ectodermzellen sind durch Versehen weggeblieben). *D* Stadium mit zwei Ursegmenten, im optischen Längsschnitt, *Us* Ursegmente, *MF* Mesodermfalte, *N* Nervenrohr, *Oe* Oeffnung desselben nach aussen. *E* Stadium mit neun Ursegmenten, vom Rücken gesehen, um die Asymmetrie in den Urwirbeln zu zeigen, die Chorda *(Ch)* im Durchschnitt gezeichnet. *F* Larve mit Mund *(O)* und erster Kiemenspalte *(K)*, von der linken Seite gesehen, *D* Darm, *Bl* ventrales Blutgefäss.

Bis in die jüngste Zeit kannte man nur eine Gattung der Leptocardier: *Amphioxus* Yarrel (*Branchiostoma* Costa) mit einer einzigen, an sandigen Küstenstellen der Nordsee, des Mittelmeeres und Südamerikas verbreiteten Art. *A. lanceolatus* Yarrel, Lanzetfisch. Die als *A. Belcheri* Gray, Indisches Meer, *A. elongatus* Sundev. beschriebenen Formen gehören wahrscheinlich zu derselben Art.

Eine zweite Gattung wurde in Amerika entdeckt: *Asymmetron lucayanum* Andrews.

2. Ordnung (Unterclasse). **Cyclostomi**[1] **(Marsipobranchi), Rundmäuler.**

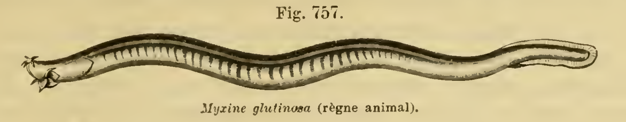
Wurmförmige Fische ohne Brust- und Bauchflossen, mit Knorpelskelet und persistirender Chorda, mit 6 oder 7 Paaren von beutelförmigen Kiemen, mit unpaarer Nase und mit kreis- oder halbkreisförmigem kieferlosen Saugmund.

---

[1]) Joh. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Berlin 1835—1845. A. Müller, Ueber die Entwicklung der Neunaugen. Müller's Archiv, 1856. Max Schultze, Die Entwicklungsgeschichte von Petromyzon Planeri. Haarlem 1856. P. Langerhans,

Die Leibesform dieser Fische ist cylindrisch wurmförmig (Fig. 757). Die Haut bleibt schuppenlos. Paarige Flossen fehlen, dagegen ist das System der unpaaren Flossen (bei den *Myxinoiden* verkümmert) entwickelt und durch knorpelige Strahlen gestützt. Das Skelet erscheint auf eine

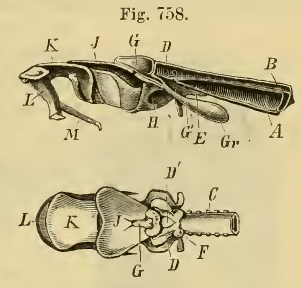
Fig. 757.



Myxine glutinosa (règne animal).

knorpelige Anlage der Wirbelsäule und des Schädels beschränkt. Als Achsenskelet persistirt die Chorda, deren Scheide eine feste fibröse Beschaffenheit besitzt, während in dem skeletogenen Gewebe metamerisch sich wiederholende knorpelige Einlagerungen die Gliederung des Skeletes vorbereiten und in Form von Knorpelleisten als Rudimente von oberen und in der Schwanzgegend *(Petromyzon)* von unteren Wirbelbogen auftreten. Am vorderen Theile der Chorda tritt bereits eine das Gehirn umschliessende knorpelig häutige Schädelkapsel auf mit knochenharter Schädelbasis und seitlichen Knorpelblasen, in welchen das Gehörorgan liegt (Fig. 758). An Stelle des fehlenden Visceralskeletes finden sich knorpelige, den Gaumen und Schlund umgebende Leisten, verschiedene Lippenknorpel und ein complicirtes Gerüst von Knorpelstäben, welche in der Umgebung der Kiemensäcke den sog. Brustkorb bilden und zum Theil sich an der Wirbelsäule anheften.

Fig. 758.



Schädel und Anfang der Wirbelsäule von *Petromyzon marinus*, nach Joh. Müller, *a* im Medianschnitt, *b* in der Ansicht von oben. *A* Chorda, *B* Rückgratcanal, *C* Rudimente von Wirbelbögen, *D* knorpeliger Theil des Schädelgewölbes, *D'* häutiger Theil des Schädelgewölbes, *E* Schädelbasis, *F* Gehörkapsel, *G* Nasenkapsel, *G'* Nasengaumengang, *Gr* blindes Ende desselben, *H* Fortsatz des knöchernen Gaumens, *J* hintere Deckplatte des Mundes, *K* vordere Deckplatte, *L* Lippenring, *M* stielförmiger Anhang desselben.

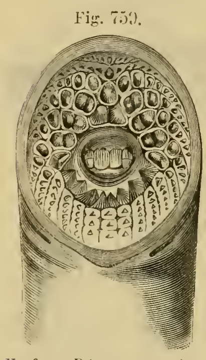
Die Rundmäuler besitzen bereits ein dem Fischtypus entsprechendes Gehirn mit den drei Hauptsinnesnerven und einer reducirten Zahl spinalartiger Nerven. Stets sind zwei Augen vorhanden, doch können dieselben unter der Haut und selbst von Muskeln bedeckt äusserlich verborgen bleiben (*Myxine, Petromyzon*larve). Das Geruchsorgan ist ein unpaarer Sack und beginnt mit einer medianen Oeffnung zwischen den Augen. Bei den Myxinoiden

---

Untersuchungen über Petromyzon Planeri. Freiburg 1873. Calberla, Zur Entwicklung des Medullarrohrs und der Chorda etc. Morph. Jahrb., Tom. III, 1877. A. Schneider, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1879. A. Goette, Entwicklungsgeschichte des Flussneunauges. I. Th., Hamburg und Leipzig 1890. Simon Henry Gage, The Lake and Brook Lampreys of New York, Ithaca 1893. C. Kupffer, Die Entwicklung von Petromyzon Planeri. Archiv für mikr. Anat., Bd. XXXV.

besitzt die Nasenkapsel auch eine hintere Oeffnung, welche den Gaumen durchbohrt und durch eine Klappenvorrichtung geschlossen werden kann. Diese Communication der Nasen- und Rachenhöhle dient zur Einführung des Wassers in Kiemensäcke, da die Mundöffnung beim Festsaugen für den Durchgang des Wassers verschlossen bleibt. Das Gehörorgan reducirt sich auf ein einfaches häutiges Labyrinth, welches das Vestibulum und ein oder zwei Bogengänge enthält. Die von fleischigen Lippen und oft von Bartfäden umgebene Mundöffnung ist kreisförmig, wenngleich sich die Lippen zu einer medianen Längsspalte zusammenlegen können. Dieselbe führt in eine trichterförmige kieferlose Mundhöhle, die an dem weichen Gaumen, sowie am Boden mit Hornzähnen bewaffnet ist (Fig. 759). Im Grunde des Trichters liegt die Zunge, welche durch stempelartige Bewegungen ein Festsaugen ermöglicht. Der aus der Mundhöhle hervorgehende Schlund communicirt entweder direct oder durch einen besonderen Gang mit den Kiemenräumen *(Petromyzon)*. Der Darmcanal verläuft in gerader Richtung zum After und grenzt sich durch eine engere, klappenartig vorspringende Stelle in Magen und Darm ab. Die Leber ist überall wohl entwickelt. Eine Schwimmblase fehlt.

Fig. 759.



Kopf von *Petromyzon marinus*, von unten gesehen, um die Hornzähne der Mundhöhle zu zeigen, nach Heckel und Kner.

Die Kiemen (Fig. 749) liegen zu den Seiten des Oesophagus in 6 oder 7 Paaren von Kiemenbeuteln festgewachsen. Diese öffnen sich einerseits durch äussere Kiemengänge in ebensoviel getrennten Athemlöchern nach aussen. Bei *Myxine* hingegen ist jederseits nahe am Bauche nur eine Oeffnung vorhanden, zu welcher sich die äusseren Kiemengänge vereinigen. Andererseits communiciren die Säcke mit dem Oesophagus, aber, von *Ammocoetes* abgesehen, niemals direct durch einfache Oeffnungen, sondern durch innere Kiemengänge oder — wie bei *Petromyzon* — durch einen gemeinsamen, unter der Speiseröhre liegenden Gang. Das Wasser strömt von aussen durch die äusseren Kiemenöffnungen oder bei *Myxine* durch den Nasengang ein und fliesst, wenn die Constrictoren der Kiemensäcke wirken, entweder auf jenem ersteren Wege wieder ab *(Petromyzon)* oder durch einen besonderen unpaaren Canal der linken Seite nach aussen.

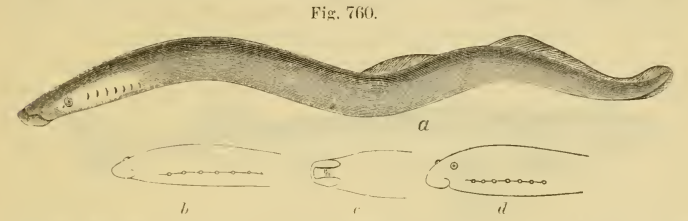
Das *Herz* liegt unter und hinter dem Kiemenkorb, nach der Körperseite hin von einer Verlängerung desselben umlagert. Auch einzelne Gefässstämme können pulsiren, so wenigstens bei *Myxine* die Pfortader. Der Aortenbulbus entbehrt des Muskelbelages und enthält wie bei den Knochenfischen nur zwei Klappen.

Die Harn- und Geschlechtsorgane besitzen einen einfachen Bau. Die Nieren zeigen bei *Myxine* ein ursprüngliches Verhalten in ihrem segmentalen

Bau, indem in einem Körpersegmente je ein Harncanälchen nebst Malpighischem Körperchen zur Entwicklung kommt (Urnieren). Die Harnleiter münden bei *Myxine* mit dem Porus genitalis, bei *Petromyzon* in den Darm. Vor den Nieren findet sich in der Herzgegend noch ein Nierenabschnitt, der bei erwachsenen Thieren nicht mehr fungirt, die Vorniere (Nebenniere Joh. Müller's). Dieselbe besteht aus zahlreichen Drüsengängen, welche mit trichterförmiger Oeffnung in der Leibeshöhle (Pericardialraum) beginnen und in der Jugend in den Urnierengang münden. Die Geschlechtsdrüsen sind in beiden Geschlechtern unpaar, liegen bei *Myxine* rechtsseitig, bei *Petromyzon* in der Mittellinie und entbehren stets der Ausführungsgänge. Eier und Samenfäden gelangen zur Brunstzeit durch Dehiscenz der Drüsenwand in den Leibesraum und von da durch einen hinter dem After befindlichen *Porus genitalis* in das Wasser.

Die Petromyzonten durchlaufen eine Art Metamorphose, die schon vor zwei Jahrhunderten dem Strassburger Fischer Baldner bekannt war,

Fig. 760.



a Petromyzon fluviatilis, nach Heckel und Kner. *b, c, d* Zur Verwandlung des *Ammocoetes branchialis* in *Petromyzon Planeri*, nach v. Siebold. *b* Kopfende einer augenlosen Larve, von der Seite gesehen, *c* dasselbe von unten gesehen, *d* späteres Stadium mit kleinen Augen, in der Seitenansicht.

aber erst neuerdings von Aug. Müller wieder entdeckt wurde. Die jungen Larven (Fig. 760 *b, c, d*) sind blind und zahnlos, besitzen einen kleinen, von einer hufeisenförmigen Oberlippe umsäumten Mund und wurden lange Zeit einer besonderen Gattung *Ammocoetes* zugerechnet.

Die Cyclostomen leben zum Theil im Meere und steigen zur Laichzeit, zuweilen vom Lachs oder vom Maifisch getragen, in die Flüsse, auf deren Boden sie in Gruben ihre Eier absetzen. Andere sind Flussfische. Sie hängen sich an Steine, todte und lebende Fische fest, welche letztere sie auf diesem Wege zu tödten vermögen, nähren sich aber auch von Würmern und kleinen Wasserthieren. Die Gattung *Myxine* schmarotzt ausschliesslich an anderen Fischen, gelangt selbst in deren Leibeshöhle und liefert ein Beispiel eines entoparasitischen Wirbelthieres.

Fam. *Petromyzontidae*, Neunaugen. Mit 7 äusseren Kiemenspalten an jeder Seite des Halses und einem gemeinsamen inneren Kiemengang, welcher vorne in den Schlund mündet. Die Nasenhöhle endet blind geschlossen. Die runde Mundöffnung ohne Barteln mit fleischigen Lippen, die sich zu einer Längsspalte zusammenlegen können, mit Hornzähnen der Mundhöhle. *Petromyzon marinus* L., Lamprete von 2 Fuss Länge, steigt mit den Maifischen zur Laichzeit im Frühjahr in die Flüsse. *P. fluviatilis* L., Flussneunauge

(Fig. 760 *a*). *P. Planeri* Blcch., kleines Flussneunauge mit *Ammocoetes branchialis* als Larve, wird 5—6 Zoll lang.

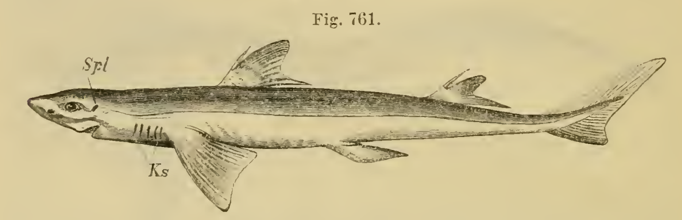
Fam. *Myxinoidae*, Inger. Mit schräg abgestutztem Kopfende, lippenlosem, von Barteln umgebenem Saugmund und rudimentären, unter der Haut verborgenen Augen. Das Nasenrohr durchbricht mit hinterer Oeffnung das Gaumengewölbe. Die äusseren Gänge der Kiemensäcke münden entweder in einer gemeinsamen Oeffnung jederseits am Bauche (*Myxine*) oder mit 7 Kiemenlöchern an jeder Seite (*Bdellostoma*). Marin. *Myxine* (*Gastrobranchus* Blainv.) *glutinosa* L. (Fig. 757), *Bdellostoma heptatrema* Joh. Müll., vom Cap.

3. Ordnung (Unterclasse). **Elasmobranchii**[1]) **(Plagiostomi), Selachier.**

Knorpelfische mit Knochenkörnern (Placoidschuppen) in der Haut, mit grossen Brust- und Bauchflossen, meist mit 5 (selten 6 oder 7) Paaren von Kiemensäcken und Kiemenspalten, mit muskulösem, mehrere Klappenreihen bergendem Conus arteriosus, mit Spiralklappe des Darmes und als Kloake fungirendem Afterdarm.

In ihrer äusseren Erscheinung sind die Selachier (Fig. 761) von allen übrigen Fischen auffallend verschieden, zeigen aber auch unter einander

Fig. 761.



Acanthias vulgaris. *Spl* Spritzloch, *Ks* Kiemenspalten.

grosse Abweichungen. Ein wichtiges Kennzeichen ist die Form und Lage des Mundes, welcher als breiter Querschlitz auf die untere Fläche der Schnauze rückt. Die Haut schliesst meist zahlreiche Knochenkörner (ossificirte Cutispapillen, *Placoid*schuppen) in sich ein und erhält durch dieselben eine rauhe, chagrinartige Oberfläche. Zuweilen finden sich auch grössere Knochenschilder reihenweise aufgelagert, welche durch spitze dornartige Fortsätze, namentlich am Schwanze (Rochen), zum Schutze dienen (Ichthyodorulithen). Alle Selachier besitzen grosse Brust- und Bauchflossen. Die ersteren sind durch ein knorpeliges Schultergerüst an dem Hinterhauptstheil des Schädels oder an der vorderen Partie der Wirbelsäule befestigt und halten entweder als scharf abgegrenzte Ruderflossen eine mehr senkrechte Lage am vorderen Abschnitt des spindelförmigen

[1]) Vergl. Joh. Müller und J. Henle, Systematische Beschreibung der Plagiostomen, mit 60 Steindrucktafeln. Berlin 1841. Fr. Leydig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852. C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig 1872. F. M. Balfour, A monograph on the development of Elasmobranch Fishes. London 1878. C. Hasse, Das natürliche System der Elasmobranchier. Jena 1879.

Leibes (Chimaeren und Haie) ein oder erscheinen mächtig vergrössert in horizontaler Lage zu den Seiten des Körpers ausgebreitet (Rochen). Im letzteren Falle reichen sie vermittelst der sog. Schädelflossenknorpel bis an das vordere Ende der Schnauze und lehnen sich durch hintere Suspensorien an das Beckengerüst der Bauchflossen an. Diese liegen stets in der Nähe des Afters und tragen im männlichen Geschlechte als Hilfsorgane der Begattung eigenthümliche, rinnenförmig ausgehöhlte Knorpelanhänge. Auch die unpaaren Flossen können wohl entwickelt und mit Rücksicht auf die wechselnde Zahl und Lage von systematischer Bedeutung sein. Zuweilen erhält sich vor den Rückenflossen ein spitzer Knochenstachel, der ebenso wie die haken- und dornförmigen Fortsätze an den Knochenstücken der Haut als Waffe dient. Auch können isolirte Stacheln auf der Rückenfläche des Schwanzes *(Trygon)* vorkommen. Die Schwanzflosse zeigt stets eine ausgeprägte äussere Heterocercie.

Der Schädel bleibt eine ungetheilte Knorpelkapsel, deren Basis bald *(Chimaeren* und *Rochen)* auf der Wirbelsäule des Rumpfes articulirt, bald wirbelähnlich ausgehöhlt ist. Der knorpelige Kieferbogen wird in der Schläfengegend mittelst des Kieferstiels *(Hyomandibulare)* am Schädel suspendirt. Der Oberkiefer-Gaumentheil *(Palatoquadratum)* ist mit der Schädelkapsel (die *Chimaeren* ausgenommen) beweglich verbunden; vor dessen Vorderrande finden sich eine Anzahl paariger Knorpelstäbe, die Labialknorpel. Palatoquadratum und Unterkiefer tragen in der Regel eine reiche Bezahnung. Auch die Wirbelsäule mit ihren Chordaresten zeigt eine vorherrschend knorpelige Beschaffenheit, doch kommt es bereits zur Bildung discreter biconcaver Wirbel, deren Gestaltung zahlreiche Verschiedenheiten bietet. Ueberall finden sich obere und untere Bogenschenkel, die bald gesondert bleiben, bald mit den Wirbelkörpern verwachsen. Rippen treten nur als knorpelige Rudimente auf.

In der Kiemenbildung (Fig. 750) weichen die Selachier insofern von den Knochenfischen wesentlich ab, als sie jederseits fünf Kiemensäcke besitzen, an deren durch die knorpeligen Seitenstrahlen der Kiemenbögen gestützten Zwischenwänden die Kiemenblättchen in ihrer ganzen Länge festgewachsen sind. Diese Kiemensäcke sind verhältnissmässig weit nach hinten gerückt und münden durch ebenso viele Spaltöffnungen nach aussen, welche bei den Haien an den Seiten, bei den Rochen an der ventralen Fläche des Leibes liegen. Bei den Chimaeren münden dieselben jederseits in eine gemeinsame Kiemenspalte, über welche sich eine Hautfalte vom Kiefersuspensorium aus an Stelle des Kiemendeckels ausbreitet. Häufig finden sich an der oberen Kopffläche hinter den Augen *Spritzlöcher* (Fig. 761 *Spl*), welche zum Ausspritzen des Wassers aus der Rachenhöhle verwendet werden.

Die Bezahnung wechselt mannigfach. Bald *(Hexanchus, Acanthias)* ist die ganze Mundhöhle bis zum Anfang des Oesophagus mit kleinen Zähnen der Scheimhaut bedeckt (Placoidschuppen [1]), bald treten grössere Zähne auf,

[1]) O. Hertwig, Jen. naturw. Zeitschr., Tom. VIII, 1874.

welche auch überall der Schleimhaut angehören und reihenweise den walzenförmigen Rand der Kiefer überziehen, so dass die jüngeren hinteren Zahnreihen ihre Spitzen nach innen, die älteren mehr oder minder abgenutzten vorderen Reihen die Spitzen nach oben und aussen kehren. Bei den Haien wiegen dolchförmige oder sägeförmig gezähnelte Zähne vor, während für die meisten Rochen konische oder pflasterförmige Mahlzähne charakteristisch sind. Der Nahrungscanal erweitert sich zu einem geräumigen Magen, bleibt aber verhältnissmässig kurz und enthält im Dünndarm eine schraubenförmig gewundene Schleimhautfalte, die sog. *Spiralklappe,* welche die resorbirende Oberfläche wesentlich vergrössert (Fig. 748). Eine Schwimmblase fehlt stets, wenngleich die Anlage derselben oft nachweisbar ist. Das Herz [1]) besitzt einen muskulösen Conus arteriosus, welcher ein selbständig gewordener Theil der Kammer ist und zwei bis fünf Klappenreihen enthält.

Auch durch die Bildung des Gehirnes und der Sinnesorgane stehen die Selachier als die höchsten Fische da (Fig. 745). Die Hemisphären zeigen bereits Längs- und Quereindrücke, sowie Spuren von Windungen auf ihrer Oberfläche und sind von verhältnissmässig bedeutender Grösse; auch kann sich das kleine Gehirn so sehr entwickeln, dass von ihm der vierte Ventrikel ziemlich bedeckt wird. Die beiden Sehnerven bilden überall ein Chiasma und erleiden eine partielle Kreuzung ihrer Fasern. Die Augen werden bei den Haien nicht allein durch freie Augenlider, sondern oft auch durch eine bewegliche Nickhaut geschützt.

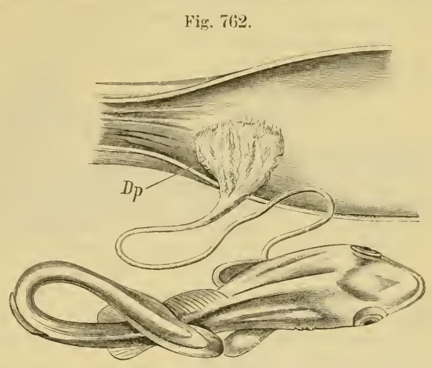
Die Harnorgane der Plagiostomen sind paarige Nieren, an welchen sich zuweilen die Wimpertrichter (Nephrostomen) erhalten. Dieselben münden in die Kloake.

Die Geschlechter sind an der Form der Bauchflossen leicht unterscheidbar. Stets findet eine wahre Begattung statt. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem grossen einfachen oder doppelten Ovarium und paarigen drüsenreichen Oviducten, welche von jenem gesondert mit einem gemeinsamen trichterförmigen Ostium beginnen und in ihrem weiteren Verlaufe je eine Uterus-ähnliche Erweiterung bilden. Beide Eileiter münden vereinigt (nur bei den Chimaeren getrennt) hinter den Harnleitern in die Kloake ein (Fig. 748). Die Eier bestehen aus einem grossen Dotter und sind von einer Eiweissmasse und bald von einem dünnhäutigen, in Falten gelegten Chorion, bald von einer derben, pergamentartigen flachen Schale umschlossen, welche sich in vier hornartige Auswüchse oder in gedrehte Schnüre zur Befestigung an Seepflanzen verlängert. Im letzteren Falle werden die Eier abgelegt (die meisten Rochen und Hundshaie), im ersteren dagegen (Zitterrochen und lebendig gebärende Haie) gelangen sie im Uterus zur Entwicklung. Dann liegen die Eier während der Entwicklung des Keimes den Wandungen des Fruchtbehälters dicht an, indem sie mit den Falten ihrer Eihaut zwischen

[1]) C. Gegenbaur, Zur vergleichenden Anatomie des Herzens. Jen. naturw. Zeitschr., Tom. II, 1866.

die Runzeln der Uteruswandung eingreifen. Auf diese Weise wird die Zufuhr von Nahrungsmaterial ermöglicht. Selten wird die Verbindung von Mutter und Frucht eine viel engere und durch eine wahre, für den glatten Hai schon von Aristoteles gekannte Dottersackplacenta vermittelt (Fig. 762). Wie Joh. Müller[1]) nachgewiesen hat, bildet der langgestielte Dottersack bei den Embryonen von *Mustelus laevis* und *Carcharias*-arten eine grosse Menge von Zöttchen, welche, von der zarten Eihaut überzogen, nach Art der Cotyledonen bei Wiederkäuern in entsprechende Vertiefungen der Uterinschleimhaut eingreifen. Auch in anderer Hinsicht zeigen die Embryonen der Plagiostomen bemerkenswerthe Eigenthümlichlichkeiten, wie insbesondere in dem Besitze von embryonalen äusseren Kiemenfäden (Fig. 763), welche lange vor der Geburt verloren gehen.

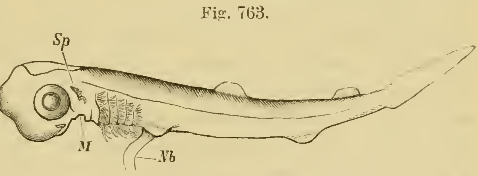
Fig. 762.



Mustelus laevis (glatter Hai des Aristoteles), durch die Dottersackplacenta *(Dp)* in Verbindung mit dem Uterus, nach Joh. Müller.

Die Plagiostomen sind fast durchweg Meeresbewohner, nur wenige finden sich in den grösseren Flüssen Amerikas und Indiens. Alle nähren sich als Fleischfresser von grösseren Fischen oder Krebsen und Muschelthieren. Einige wenige (Zitterrochen) besitzen ein elektrisches Organ. In den paläozoischen Formationen sind mit Ausnahme von *Pleuracanthus* nur Stachel- und Zahnreste erhalten. Von der Secundärzeit an aber wird die Vertretung eine vollständigere und reiche.

Fig. 763.



Embryo von *Acanthias* mit äusseren Kiemen. *Sp* Spritzloch, *M* Mund, *Nb* Dottergang.

1. Unterordnung. *Squalides, Haifische.* Plagiostomen von spindelförmiger Gestalt, mit 5 äusseren Kiemenspalten jederseits, freien Augenlidrändern, unvollständigem Schultergürtel, ohne Schädelflossenknorpel.

Der Körper zeigt eine spindelförmige Gestalt, trägt die Brustflossen mehr oder minder senkrecht und endet mit einem kräftigen, an der Spitze nach aufwärts gebogenen Schwanz. Indessen gibt es auch Formen, die sich

[1]) Vergl. Joh. Müller, Ueber den glatten Hai des Aristoteles. Abhandlungen der Berliner Akad., 1840.

rücksichtlich der Körpergestalt an die Rochen anschliessen und den Uebergang zu diesen letzteren bilden *(Squatina)*. Die Bezahnung wird meistens durch zahlreiche Reihen spitzer, dolchförmiger Zähne gebildet.

Die Familien werden hauptsächlich nach Zahl und Lage der Flossen, nach dem Vorhandensein oder Mangel von Spritzlöchern und einer Nickhaut, sowie nach Form und Bildung der Zähne unterschieden.

Fam. *Notidanidae,* Grauhaie. *Notidanus (Hexanchus) griseus* Gm. Mit 6 Paaren von Kiemensäcken (Fig. 745). *N. (Heptanchus) cinereus* Gm. Mit 7 Paaren von Kiemensäcken, im Mittelmeer und Ocean.

Fam. *Scylliidae,* Hundshaie. Eierlegend. *Scyllium canicula* L., europäische Küste.

Fam. *Cestraciontidae. Cestracion Philippii* Blainv., ostindischer Archipel. Zähne breit, pflasterförmig.

Fam. *Lamnidae,* Riesenhaie. *Lamna glauca* Müll. Henle. *Selache maxima* Gunn., bis 32 Fuss lang.

Fam. *Carchariidae,* Menschenhaie. *Carcharias glaucus* Rond., mit Dottersackplacenta. *C. lamia* Risso, beide im Mittelmeer und Ocean. *Zygaena malleus* Risso, Hammerfisch.

Fam. *Galeidae.* Glatthaie. *Galeus canis* Rond., europäische Meere. *Mustelus vulgaris* Müll. Henle und *laevis* Rond.; letzterer ist der glatte Hai des Aristoteles, mit Dottersackplacenta; beide im Mittelmeer.

Fam. *Spinacidae,* Dornhaie. *Acanthias vulgaris* Risso (Fig. 761), von den nördlichen Meeren bis zur Südsee.

Fam. *Squatinidae,* Meerengel, etwas abgeplattet, Rochen ähnlich. *Squatina vulgaris* Risso, europäische Meere.

2. Unterordnung. *Rajides, Rochen.* Plagiostomen von platter Körperform, mit fünf Kiemenspalten an jeder Seite der Bauchfläche einwärts von den Brustflossen, mit vollständigem Schultergürtel und Schädelflossenknorpeln, ohne Analflosse.

Durch die Grösse und horizontale Ausbreitung der Brustflossen erhält der platte Körper die Form einer breiten Scheibe, welche sich in den dünnen und langen, häufig mit Dornen, selten mit einem oder zwei gezähnelten Stacheln bewaffneten Schwanz fortsetzt. Die kurzen dicken Kiefer tragen entweder kleine pflasterförmige, neben einander in Reihen geordnete Kegelzähne oder breite tafelförmige Zahnplatten. Die Rochen halten sich mehr in der Tiefe des Meeres auf und ernähren sich besonders von Krebsen und Mollusken. Die Zitterrochen besitzen zwischen den Flossenknorpeln und den Kiemensäcken einen elektrischen Apparat, mit welchem sie selbst grössere Fische zu betäuben im Stande sind (Fig. 123). Viele erreichen die immerhin bedeutende Grösse bis 10, ja 12 Fuss.

Fam. *Squatinorajidae,* Hairochen. *Pristis antiquorum* Lath., Sägefisch, Ocean und Mittelmeer. *Rhinobatus granulatus* Cuv., Ostindien.

Fam. *Torpedidae,* Zitterrochen. *Torpedo marmorata* Risso, Mittelmeer und Ocean. *Narcine brasiliensis* v. Ott.

Fam. *Rajidae,* Rochen. *Raja clavata* L., *R. miraletus* L., europäische Küste.

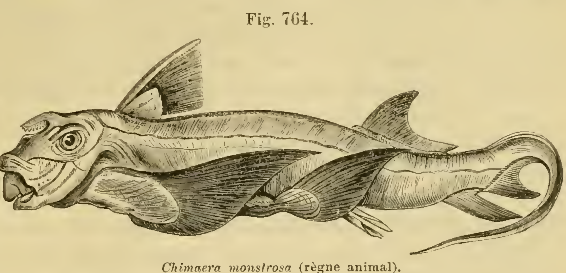
Fam. *Trygonidae,* Stechrochen. *Trygon pastinaca* L. (*Pastinaca marina* Bell.), Atlantischer Ocean.

Fam. *Myliobatidae,* Adlerrochen. *Myliobatis aquila* L., Mittelmeer.

3. Unterordnung. *Holocephali, Chimaeren.* Selachier mit fest am Schädel verwachsenem Oberkiefer-Gaumenapparat, ohne Spritzlöcher, einfacher äusserer Kiemenspalte und kleiner Kiemendeckelmembran.

Der dicke, bizarr gestaltete Kopf besitzt grosse, der Lider entbehrende Augen. An der unteren Fläche der Schnauze liegt die kleine Mundöffnung. Der Oberkiefer-Gaumenbogen *(Palatoquadratum* und *Hyomandibulare)* ist mit dem Schädel fest verwachsen, während der Unterkiefer an dem stielförmigen Hyomandibulare articulirt. Die Kiefer tragen nur wenige (oben 4, unten 2) Zahnplatten. Die nackte Haut ist von mächtigen Gängen des Seitenorgans durchsetzt. Spitzlöcher fehlen. Anstatt der Wirbelkörper finden sich dünne ringförmige Knochenkrusten in der Chordascheide. Sie legen Eier mit horniger Schale ab.

Fig. 764.



Chimaera monstrosa (règne animal).

Fam. *Chimaeridae*, Seekatzen. *Chimaera monstrosa* L. (Fig. 764), nordische Meere, Mittelmeer. *Calorhynchus antarcticus* Lac., Cap, Südsee.

4. Ordnung (Unterclasse). **Ganoidei** [1]), **Schmelzschupper.**

Knorpel- und Knochenfische mit Schmelzschuppen oder Knochenschildern der Haut, mit Flossenschindeln (Fulcra), mit muskulösem Conus arteriosus und Klappenreihen in demselben, mit kammförmigen, von einem knöchernen Deckel überlagerten Kiemen und mit Spiralklappe des Darmes.

Vornehmlich in den älteren Formationen *(Sauroiden, Lepidoiden, Pycnodonten)* war die Ordnung reich und mannigfach vertreten, während sie gegenwärtig nur wenig lebende Repräsentanten *(Lepidosteus, Polypterus, Calamoichthys, Amia, Acipenser, Scaphirhynchus, Spatularia)* besitzt. Die Grenze nach den Teleostiern hin ist schwer festzustellen, da wir keinen einzigen absoluten Differentialcharakter allen Ganoiden gemeinsam finden (selbst die Spiralklappe des Darmes ist bei *Amia* und *Lepidosteus* rudimentär).

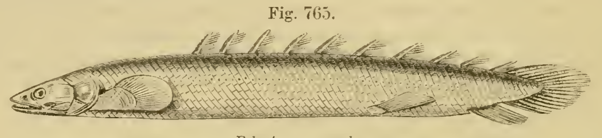
Der für die Bezeichnung massgebende Charakter liegt in dem Besitze von Schmelzschuppen, die meist rhombisch geformt und stets mit einer

[1]) Joh. Müller, Ueber den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abhandl. der Berliner Akad., 1846. J. Hyrtl, Ueber den Zusammenhang der Geschlechts- und Harnwerkzeuge bei den Ganoiden. Denkschr. der k. Akad. der Wissensch., Bd. VIII, Wien 1854. Chr. Lütken, Ueber die Begrenzung und Eintheilung der Ganoiden. Uebersetzt von Willemoes-Suhm. Palaeontographica, 1872. K. A. Zittel, Handbuch der Paläontologie. Bd. III, 1887—1890.

glatten Schmelzlage überzogen sind und durch gelenkige Fortsätze verbunden, in schiefen Binden den Körper umgürten (Fig. 765).

Nach der Beschaffenheit des Skeletes erweisen sich die Ganoiden theils als Knorpelfische, theils als Knochenfische. Es beginnt das Skelet sowohl bei fossilen, als unter den jetzt lebenden Fischen (Stör) mit Formen, bei welchen die Chorda persistirt und knöcherne Bogenstücke vorhanden sind. Stets findet sich über der knorpeligen Schädelkapsel eine äussere knöcherne Schädeldecke, sowie auch das Kiefersuspensorium, die Kiefer, Kiemenbögen und Kiemendeckel eine knöcherne Beschaffenheit besitzen. Bei den sog. Knochenganoiden wird der Primordialschädel durch einen knöchernen Schädel mehr oder minder vollständig verdrängt und die Wirbelsäule in allmäliger Ausbildung zu einer knöchernen umgestaltet, indem die Wirbel durch verschiedene Zwischenstufen (Halbwirbel fossiler Ganoiden) die biconcave Wirbelform der Teleostier erhalten und bei *Lepidosteus* eine Entwicklungsphase erreichen, welche durch vordere Gelenkköpfe an die opisthocoelen Wirbel der Amphibien anschliesst. Auch treten ziemlich allgemein knöcherne Rippen auf.

Fig. 765.



Polypterus senegalus.

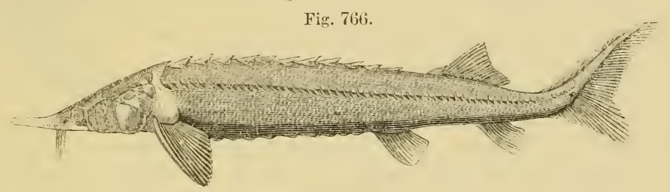
Die Schwanzflosse ist gewöhnlich heterocerk und nimmt zuweilen in ihrem oberen Lappen das Ende der Wirbelsäule auf, doch gibt es allmälige Uebergänge bis zur *(diphycerken)* Homocercie. Eigenthümlich sind den meisten Ganoiden stachelartige Schindeln, *Fulcra,* welche den oberen Rand und ersten Strahl der Flossen, namentlich der Schwanzflosse, in einfacher oder doppelter Reihe bekleiden. („Jeder Fisch mit Fulera am vorderen Rande einer oder mehrerer Flossen ist ein Ganoid". Joh. Müller.)

Anatomisch schliessen sich die Ganoiden in vielen Charakteren den Selachiern an. Der obere Theil der Herzkammer bewahrt als Conus arteriosus die Bedeutung eines rhythmisch pulsirenden Herzabschnittes. Auch finden sich im Innern des letzteren mehrere Längsreihen von Klappen, welche bis an den oberen Rand des muskulösen Conus reichen und während der Pause des Herzschlages den Rücktritt des Blutes aus der Arterie in den Conus verhindern. Dagegen liegen die kammförmigen Kiemen wie bei den Teleostiern frei in einer Kiemenhöhle unter einem Kiemendeckel, welchem oft noch eine grosse, venöses Blut empfangende Kieme angehört. Diese respiratorische Nebenkieme (Kiemendeckelkieme) fehlt bei *Amia, Spatularia,* und ist von der Pseudobranchie des Spritzloches wohl zu unterscheiden, mit der sie zugleich vorhanden sein kann. Alle besitzen eine Schwimmblase mit Luftgang, sowie zwei Oeffnungen von Peritonealcanälen zu den Seiten des Afters

(wie die Chimaeren und Plagiostomen). Die Sehnerven laufen nicht kreuzweise übereinander, sondern bilden ein Chiasma mit partiellem Austausch der Fasern. Die Geschlechtsorgane zeigen mehrfache bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Die beiden Eierstöcke lassen die reifen Eier in die Bauchhöhle gelangen. Aus dieser treten letztere in einen trichterförmig beginnenden Eileiter, welcher in den Harnleiter oder in das entsprechende Horn der Harnblase *(Spatularia, Lepidosteus)* einmündet, oder auch, mit dem Oviduct der anderen Seite vereinigt, hinter dem After durch einen einfachen, die Urethra aufnehmenden Porus ausführt (Hyrtl). In jenen Fällen führt von der Blase ein Canalis urogenitalis nach dem hinter dem After gelegenen Urogenitalporus. Im männlichen Geschlechte soll der Samen durch zahlreiche Quercanälchen vom Hoden in die Harncanälchen der Niere übergeführt werden.

1. Unterordnung. *Chondrostei.* Knorpelganoiden mit persistirender Chorda und nur spärlichen Kiemenstrahlen oder auch ohne dieselben. Schwanzflosse heterocerk, mit Fulcra. Schädelkapsel knorpelig, von Hautknochen überdeckt. Die Zähne sehr klein oder fehlen ganz. Haut nackt oder mit Knochenplatten.

Fig. 766.



Acipenser ruthenus, nach Heckel und Kner.

Fam. *Acipenseridae,* Störe, mit 5 Längsreihen grosser Knochenplatten. *Acipenser sturio* L., Stör. *A. ruthenus* L., Sterlet (Fig. 766). *A. huso* L., Hausen. *Scaphirhynchus* Gray, Mississippi.

Fam. *Spatularidae,* Löffelstöre. *Spatularia folium* Lac., Mississippi. *Sp. gladius* Martens, Yantsekiang.

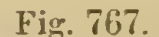
2. Unterordnung. *Crossopterygii,* quastenflossige Ganoiden. Mit zwei breiten Kehlplatten anstatt der Kiemenhautstrahlen und meist gerundeter (diphycerker) Schwanzflosse. Die Brustflossen sowohl wie die weit nach hinten gerückten Bauchflossen werden von einem beschuppten Schafte getragen, welchen die Strahlen umkleiden. Schuppen bald dünn und cycloid (bei fossilen Formen), bald stark und rhombisch. Führen zu den Dipnoern und Amphibien hin.

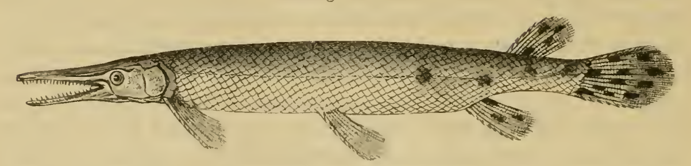
Fam. *Polypteridae,* Flösselhechte. Mit rhombischen Schuppen und vieltheiliger, in Flösschen zerfallener Rückenflosse. Afrika. *Polypterus bichir* Geoffr. *P. senegalus* Cuv. (Fig. 765). *Calamoichthys calabaricus* Smith.

3. Unterordnung. *Euganoides,* Knochenganoiden. Mit rhombischen Schuppen, meist mit Fulcralbesatz am vorderen Rande der Flossen. Zahlreiche Kiemenhautstrahlen. Bauchflossen zwischen Brust- und Afterflosse.

Fam. *Lepidosteidae.* Von langgestreckter hechtähnlicher Körperform, mit weit nach hinten gerückter Rückenflosse und scharf abgeschnittener heterocerker Schwanzflosse. *Lepidosteus platystomus* Raf. (Fig. 767). *L. osseus* L., *L. spatula* Lac. Ströme Nordamerikas.

4. Unterordnung. *Amiades.* Knochenganoiden mit grossen runden Schmelzschuppen, knöchernen Kiemenhautstrahlen und heterocerkem Schwanz, ohne Fulcra.


Fig. 767.



Lepidosteus platystomus (règne animal).

Fam. *Amiadae*, Kahlhechte. *Amia calva* Bonap., Flussfische Carolinas. Stehen den Knochenfischen (Clupeoideen und Salmoniden) am nächsten.

5. Ordnung (Unterclasse). **Teleostei, Knochenfische.**

Meist ctenoid oder cycloid beschuppte Fische mit knöchernem Skelet, mit freien (jederseits meist 4) kammförmigen Kiemen und äusserem Kiemendeckelapparat, mit Aortenbulbus und zwei Klappen im Grunde desselben, ohne Spiralklappe des Darmes.

Die Knochenfische umfassen die bei weitem grösste Zahl aller Fische und werden durch eine Reihe anatomischer Merkmale von den Knorpelfischen und Ganoiden abgegrenzt. Sie besitzen einen einfachen Aortenbulbus mit nur zwei Klappen, welche am Ursprunge des Bulbus einander gegenüber liegen; der Bulbus am Arterienstiel der Knochenfische ist keine Herzabtheilung mit selbständiger Pulsation, sondern der verdickte Anfang der Arterie. Spritzlöcher und eine Spiralklappe des Darmes kommen niemals vor. Die Sehnerven laufen stets in einfacher Kreuzung (oder Durchbohrung) ohne Chiasma übereinander. Die meist kammförmigen Kiemen liegen wie bei den Ganoiden frei in einer Kiemenhöhle, unter einem Kiemendeckel, welchem sich eine vom Zungenbeinbogen getragene durch *Radii branchiostegi* gestützte Kiemendeckelhaut anschliesst. Das Skelet charakterisirt sich durch die wohlgesonderten, meist knöchernen Wirbel und durch den knöchernen Schädel, unter welchem freilich oft noch Reste des ursprünglichen knorpeligen Primordialcraniums zurückbleiben. Nur selten erscheint die Haut nackt oder scheinbar schuppenlos, indem ihre sehr kleinen Schuppen nicht über die Oberfläche hervorragen, häufiger treten in ihr knöcherne Schilder und Tafeln, namentlich hinter dem Kopfe auf; in der Regel wird dieselbe von cycloiden oder ctenoiden, dachziegelförmig gelagerten Schuppen bedeckt.

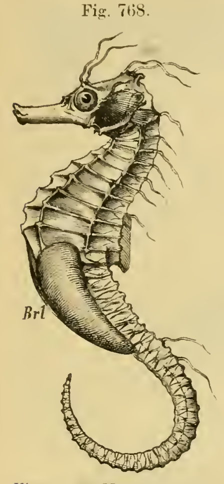
Harn- und Geschlechtsorgane münden hinter dem After, entweder gesondert oder vereint auf einer Urogenitalpapille. Nur wenige Knochenfische gebären lebendige Junge, fast alle legen kleine Eier in sehr bedeutender Menge an geschützten Brutplätzen ab.

1. Unterordnung. *Lophobranchii, Büschelkiemer.* Knochenfische mit gepanzerter Haut, röhrenförmig verlängerter zahnloser Schnauze, mit büschelförmigen Kiemen und sehr enger Kiemenspalte.

Fam. *Pegasidae.* Körper abgeflacht, mit grossen flügelförmig ausgebreiteten Brustflossen und kleinen Bauchflossen. *Pegasus volans* L., Ostindien.

Fam. *Syngnathidae.* Von cylindrischer oder seitlich comprimirter Körperform, mit enger Kiemenöffnung und kleinen Brustflossen. Männchen mit Bruttasche (Fig. 768). *Syngnathus acus* L., *Hippocampus antiquorum* Leach., Mittelmeer. *H. longirostris* Cuv., Japan.

Fig. 768.



Hippocampus-Männchen mit der Bruttasche *(Brt)*.

Fig. 769.

Ostracion triqueter (règne animal).

2. Unterordnung. *Plectognathi, Haftkiefer.* Kugelige oder seitlich stark comprimirte Knochenfische mit unbeweglich verwachsenem Oberkiefer und Zwischenkiefer, enger Mundspalte und starkem, oft bestacheltem Hautpanzer, meist ohne Bauchflossen, mit kammförmigen Kiemen.

1. *Sclerodermi.* Kiefer mit gesonderten Zähnen.

Fam. *Ostracionidae,* Kofferfische. Körperform kofferartig, dreikantig oder vierkantig, oft in hornartige Fortsätze auslaufend, mit festem, aus polyedrischen Knochentafeln gebildetem Hautpanzer, an welchem nur die Flossen und der Schwanz beweglich sind. *Ostracion triqueter* L. (Fig. 769), Westindien. *O. quadricornis* L., Westafrika.

Fam. *Balistidae,* Hornfische. Der seitlich comprimirte Körper mit rauhkörniger oder von harten rhombischen Schuppen bedeckter Haut, oft prachtvoll gefärbt. *Balistes maculatus* L., Atlantischer und Indischer Ocean.

2. *Gymnodontes.* Kiefer in einen Schnabel umgestaltet, mit schneidender ungetheilter oder doppelter Zahnplatte. Rückenstacheln fehlen.

Fam. *Molidae. Orthagoriscus mola* Bl., Mondfisch. Wärmere Meere.

Fam. *Tetrodontidae. Diodon hystrix* L., Atlantischer und Indischer Ocean. *Tetrodon cutaneus* Gthr., St. Helena.

3. Unterordnung. *Physostomi. Physostomen.* Weichflosser mit kammförmigen Kiemen und getrennten Kieferknochen mit bauchständigen oder ohne Bauchflossen, stets mit Luftgang der Schwimmblase.

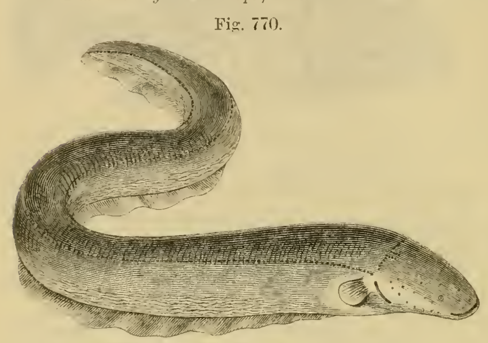
Fam. *Muraenidae,* Aale. *Muraena helena* L., *Anguilla anguilla* L. *(vulgaris)* Europa. Wandert zur Fortpflanzungszeit im Herbst aus den Flüssen in das Meer und erlangt erst hier die Geschlechtsreife. Die Fortpflanzungsverhältnisse sind keineswegs vollkommen aufgeklärt, obwohl Männchen und Weibchen von einander unterschieden und die beiderlei Sexualorgane nachgewiesen wurden. Im Frühjahre wandert die Aalbrut aus dem Meere in die Flüsse zurück, *Conger vulgaris* Cuv., europäische Küste. *Amphipnous* Joh. Müll.

Fam. *Gymnotidae. Gymnotus electricus* L., Zitteraal (Fig. 770). Lebt in Flüssen und Sümpfen Südamerikas, wird bis 6 Fuss lang und vermag durch seine elektrischen Schläge selbst grössere Thiere, wie Pferde, niederzustrecken. Berühmt durch die Versuche A. v. Humbold's.

Fam. *Clupeidae*, Häringe. Mit ziemlich comprimirtem Körper, welcher mit Ausnahme des Kopfes von grossen dünnen, leicht abfallenden Schuppen bedeckt ist. *Clupea harengus* L., Häring, in den nordischen Meeren, erscheint besonders an den schottischen und norwegischen Küsten alljährig zu bestimmten Jahreszeiten in ungeheuren Schaaren. Der Hauptfang geschieht im September und October. *C. (Harengula) sprattus* L., Sprott, in der Nord- und Ostsee. *Engraulis encrasicholus* Rond., Anjovis. Ocean und Mittelmeer. *Alausa vulgaris* Cuv. Val., Maifisch. Wandert im Mai zur Laichzeit aus dem Meere in die Ströme, z. B. im Rhein bis Basel, im Main bis Würzburg. Wird bis 3 Fuss lang. *A. pilchardus* Bloch., Sardine, Mittelmeer.

Fam. *Mormyridae*. Kopf, Kiemendeckel und Kiemenstrahlen mit nackter Haut. Haben jederseits am Schwanz ein sog. pseudoelektrisches Organ. *Mormyrus cyprinoides* L., Nil. Hier schliesst sich *Gymnarchus* Cuv. an.

Fig. 770.



Gymnotus electricus, nach Sachs.

Fam. *Esocidae*. Hechte. Mit breitem, niedergedrücktem Kopfe, weit nach hinten gerückter Rückenflosse und verdeckten drüsigen Pseudobranchien. Gefrässige Raubfische mit weitgespaltenem Rachen und kräftiger Zahnbewaffnung. *Esox lucius* L., Hecht. *Umbra Krameri* J. Müll., Hundsfisch.

Fam. *Salmonidae*. Lachse. Mit Fettflosse, einfacher Schwimmblase und zahlreichen Pförtneranhängen. Aus den Ovarien fallen die Eier in die Bauchhöhle und gelangen aus dieser durch einen unpaaren Porus nach aussen. Zur Laichzeit, die meist in die Wintermonate fällt, zeigen beide Geschlechter oft auffallende Unterschiede. Sind grosse Raubfische und gehören vorzugsweise den Flüssen, Gebirgsbächen und Seen der nördlichen Gegenden an, lieben klares kaltes Wasser mit steinigem Grunde, haben aber auch im Meere Vertreter, welche zur Laichzeit in die Ströme und deren Nebenflüsse steigen. *Coregonus Wartmanni* Bloch., Ranke, Blaufelchen, in den Alpenseen. *Thymallus vulgaris* Nilss. *(vexillifer)*, Aesche, *Osmerus eperlanus* L., Stint, Nord- und Ostsee. *Salmo salvelinus* L., Saibling. *S. hucho* L., Huchen im Donaugebiet, ein grosser Raubfisch. *S. salar* L., Lachs. *S. lacustris* L., Seeforelle (Schwebforelle), in den Binnenseen der mitteleuropäischen Alpenländer. *S. trutta* L., Lachsforelle. *S. fario* L., Forelle.

Fam. *Cyprinidae*, Karpfen. Süsswasserfische mit enger, oft Barteln tragender Mundspalte. schwachen zahnlosen Kiefern, aber stark bezahnten unteren Schlundknochen (Fig. 771). *Cyprinus carpio* L., Karpfen. *Carassius vulgaris* Nilss., Karausche. *Tinca vulgaris* Cuv., Schleie. *Barbus fluviatilis* Ag., Barbe. *Gobio fluviatilis* Flem., Gründling. *Rhodeus amarus* Bloch., Bitterling. Weibchen mit Legeröhre, bringt die Eier in die Kiemen der Flussmuscheln (Fig. 772). *Alburnus lucidus* Heck. Kner, Laube. *Leuciscus rutilus* L., Rothauge, Plötze. *L. cephalus* L., Dickkopf, Schuppfisch. *Chondrostoma nasus* L., Näsling. *Abramis brama* Flem., Brachsen. *Phoxinus laevis* L. Ag., Pfrille.

Fam. *Acanthopsidae*, Schmerlen. Schwimmblase in einer knöchernen Kapsel. *Cobitis fossilis* L., Schlammpitzger. *C. barbatula* L., Schmerle. *C. taenia* L., Steinpitzger.

Fam. *Cyprinodontidae,* Zahnkarpfen. Süsswasserfische, lebendig gebärend. *Cyprinodon (Lebias* Cuv.) *calaritanus* Cuv., Südeuropa. *Anableps tetrophthalmus* Bl., Guiana.

Fam. *Siluridae,* Welse. Süsswasserfische meist mit breitem niedergedrückten Kopf, starker Zahnbewaffnung und nackter oder mit Knochenschildern gepanzerter Haut. *Silurus glanis* L., Wels, Waller. Der grösste Flussfisch Europas. *Saccobranchus* Cuv. Val. *Doras* Lac. *Hypostomus* Lac., Panzerwels. *Malopterurus electricus* L., Zitterwels, Nil (Fig. 773).

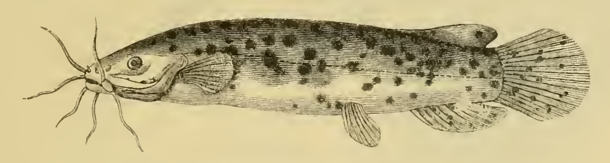
Fig. 771. Fig. 772.



Untere Schlundknochen mit den Zähnen eines Karpfens, nach Heckel u. Kner.

Rhodeus amarus, Weibchen, nach v. Siebold.

Fig. 773.



Malopterurus electricus, nach Cuvier und Valenciennes.

4. Unterordnung. *Anacanthini, Anacanthinen.* Weichflossenstrahler, welche sich rücksichtlich des inneren Baues durch den Mangel eines Luftganges der Schwimmblase den Acanthopteri anschliessen. meist mit kehlständigen Bauchflossen.

Fam. *Ophidiidae. Ophidium barbatum* L., Mittelmeer. *Ammodytes tobianus* L., Sandaal, Nordsee. *Fierasfer acus* Brünn. Lebt parasitisch in Holothurien. Mittelmeer.

Fam. *Gadidae,* Schellfische. *Gadus morrhua* L., Kabeljau, getrocknet kommt er als Stockfisch, gesalzen als Laberdan in den Handel, aus der Leber wird der Leberthran bereitet. Der lange Zeit für eine besondere Art *(G. callarias)* gehaltene Dorsch ist die Jugendform vom Kabeljau. *G. aeglefinus* L., Schellfisch, mit schwarzem Fleck hinter der Brustflosse. *G. merlangus* L., nordeuropäische Küste. *Merluccius vulgaris* Flem., Mittelmeer. *Lota vulgaris* Cuv., Quappe, Raubfisch des süssen Wassers (Aalruttenöl).

Fam. *Pleuronectidae,* Seitenschwimmer. Leib comprimirt, scheibenförmig und auffallend asymmetrisch. Die nach oben dem Lichte zugekehrte Seite ist pigmentirt (mit Farbenwechsel), die andere pigmentlos. Beide Augen liegen auf der pigmentirten Seite, nach welcher der Kopf gedreht und die Gruppirung seiner Knochen verschoben scheint. *Hippoglossus vulgaris* Flem., Heiligenbutt, nordeuropäische Küsten. *Rhombus maximus* L., Steinbutt. *Rh. laevis* Rond., Glattbutt, europäische Küsten. *Pleuronectes platessa* L., Scholle, Goldbutt. *Pl. limanda* L., Kliesche. *Pl. flesus* L., Flunder (steigt in die Flüsse). Nordeuropäische Küsten. *Solea vulgaris* Quens., Zunge. Nordsee und Adria.

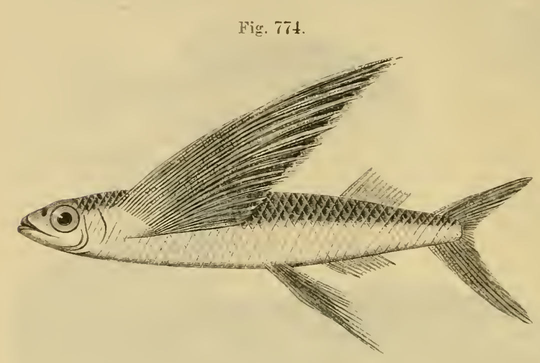
Fam. *Scomberesocidae.* Marine Weichflosser mit cycloider Beschuppung. Untere Schlundknochen verwachsen *(Pharyngognathi). Belone acus* Rond., Hornhecht. *Scomberesox*

saurus Walb., *Exocoetus evolans* L., Flughecht. Brustflossen zu Flugorganen vergrössert. *E. exiliens* L., europäische Meere. *E. Rondeletii* Cuv. Val., Mittelmeer (Fig. 774).

5. Unterordnung. *Acanthopteri.* Hartflossenstrahler mit kammförmigen Kiemen, meist mit getrennten unteren Schlundknochen und brustständigen, selten kehl- oder bauchständigen Bauchflossen, ohne Luftgang an der geschlossenen Schwimmblase.

1. *Pharyngognathi.* Mit verwachsenen unteren Schlundknochen.

Fig. 774.



Exocoetus Rondeletii, nach Cuvier und Valenciennes.

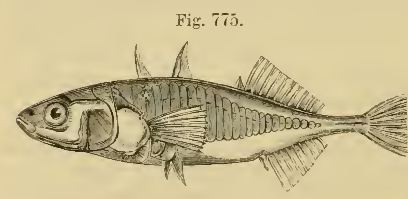
Fam. *Pomacentridae. Amphiprion bifasciatus* Bl., Neu-Guinea. *Pomacentrus fasciatus* Bloch., Ostindien.

Fam. *Labridae,* Lippfische. Lebhaft gefärbte Fische mit fleischigen vorstreckbaren Lippen. *Labrus maculatus* Bl., europäische Küste. *Crenilabrus pavo* Brünn. *Julis pavo* Hassq., Mittelmeer. *Scarus cretensis* Aldr., Papageifisch, Mittelmeer.

2. *Acanthopteri* s. str. Untere Schlundknochen nicht verwachsen.

Fam. *Percidae,* Barsche. Brustflosser mit Ctenoidschuppen, gezähneltem oder bedorntem Rand des Kiemendeckels oder Vordeckels, mit Hechel- oder Borstenzähnen am Zwischenkiefer, Unterkiefer, Vomer und Gaumenbein. *Perca fluviatilis* Rond. (Fig. 739). Flussbarsch, ein gefrässiger Raubfisch, der namentlich auf die kleinen Cyprinoiden Jagd macht. *Labrax lupus* Cuv., Seebarsch, Mittelmeer. *Acerina cernua* L., Kaulbarsch, Flussfisch. *Lucioperca sandra* Cuv., Sander, Flussfisch des östlichen Europa. *Aspro vulgaris* Cuv., Streber, Donau. *Serranus scriba* L., Zwitter, Mittelmeer. *Gasterosteus aculeatus* L., Stichling (Fig. 775), bekannt durch den Nestbau und die Brutpflege. *G. pungitius* L., kleiner Stichling (Fig. 776). *G. spinachia* L. Seestichling.

Fig. 775.



Gasterosteus aculeatus, nach Heckel und Kner.

Bei dem Nestbau des Seestichlings werden in den Nieren des Männchens erzeugte Schleimfäden verwendet.

Fam. *Mullidae,* Meerbarben. *Mullus barbatus* L. Anschliessend *Dentex vulgaris* Cuv. Val., Mittelmeer.

Fam. *Sparidae,* Meerbrassen. *Cantharus vulgaris* Cuv. Val., *Sargus Rondeletii* Cuv. Val., *Charax puntazzo* L., Mittelmeer. *Pagellus erythrinus* L. *Chrysophrys aurata* L., Goldbrasse, Mittelmeer.

Fam. *Squamipennes,* Schuppenflosser. *Chaetodon fasciatus* Forsk., Klippfisch, Rothes Meer. *Toxotes jaculator* Pall., Spritzfisch, Ostindien.

Fam. *Triglidae,* Panzerwangen. Die breiten Suborbitalknochen mit dem stacheligen Vordeckel zu einer Knochendecke verwachsen. *Scorpaena porcus* L. *Sc. scrofa* L., Giftig, Mittelmeer. *Cottus gobio* L., Kaulkopf, ein kleiner Fisch in klaren Bächen und Flüssen, der sich gerne unter Steinen verbirgt und durch das Aufblähen des Kiemendeckels vertheidigt, bekannt durch die Brutpflege des Männchens. *C. scorpius* L., Seescorpion. *Trigla gunardus* L., *Dactylopterus volitans* L., fliegender Fisch. *Uranoscopus scaber* L., Sternseher, Mittelmeer. *Trachinus draco* L., giftig, Mittelmeer.

Fam. *Sciaenidae,* Umberfische. *Umbrina cirrhosa* L., Mittelmeer. *Corvina nigra* Salv., Mittelmeer. *Sciaena aquila* Risso, Mittelmeer.

Fam. *Scomberidae,* Makrelen. Von langgestreckter, mehr oder minder compresser, zuweilen sehr hoher Körpergestalt, oft mit silberglänzender Haut, bald nackt, bald mit kleinen Schuppen, stellenweise auch, namentlich an der Seitenlinie, mit gekielten Knochenplatten bekleidet, meist mit halbmondförmig ausgeschnittener Schwanzflosse. Bilden zumal wegen des schmackhaften Fleisches einen wichtigen Gegenstand des Fischfanges, die Makrelen in der Nordsee und im Canal, die Thunfische für die Küstenbewohner des Mittelmeeres. *Scomber scombrus* L., Makrele. *Thynnus vulgaris* Cuv. Val., Thunfisch. *Pelamys sarda* Bl., Mittelmeer. *Zeus faber* L., Häringskönig oder Sonnenfisch. *Caranx trachurus* L., Stocker, europäische Küste. *Xiphias gladius* L., Schwertfisch, Mittelmeer. *Echeneis naucrates* L., Schiffshalter.

Fam. *Gobiidae,* Meergrundeln. *Gobius niger* Rond., *G. fluviatilis* Pall, in den Flüssen Italiens und des südwestlichen Russlands. *Callionymus lyra* L., *Cyclopterus lumpus* L., Seehase, Bauchflossen zu einer Scheibe umgebildet.

Fig. 776.



Nest des *Gasterosteus pungitius,* nach Landois.

Fam. *Blenniidae,* Schleimfische. *Annarhichas lupus* L., Seewolf. *Blennius ocellaris* L., Mittelmeer, *Zoarces viviparus* Cuv. (Fig. 777), Aalmutter, lebendig gebärend.

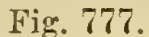
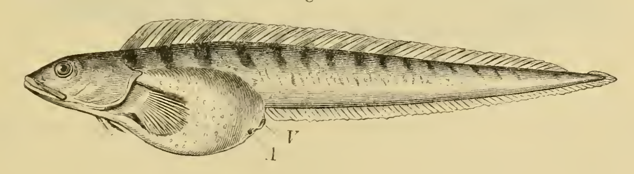


Fig. 777.



Zoarces viviparus. A Afteröffnung, *V* Urogenitalöffnung.

Fam. *Taenionidae,* Silberglänzende Seefische mit comprimirtem, bandartig verlängertem Leib. *Trachypterus falx* Cuv. Val. = *Tr. taenia* Bl. Schn., Nizza. *Cepola rubescens* L., Bandfisch, europäische Küsten.

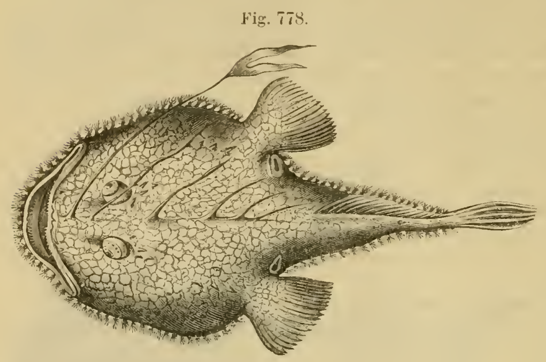
Fam. *Mugilidae. Atherina hepsetus* L., *Mugil cephalus* Cuv., Mittelmeer.

Fam. *Labyrinthici,* Labyrinthfische. Die oberen Schlundknochen durch Aushöhlungen zu maeandrinenartig gewundenen Blättern gestaltet, in deren Zwischenräumen das zur

Befeuchtung der Kiemen nöthige Wasser zurückgehalten wird (Fig. 751). Süsswasserfische. *Anabas scandens* Dald., Kletterfisch, Ostindien. *Macropodus* Lac.

Fam. *Fistularidae,* Röhrenmäuler. Mit röhrenförmig verlängerter Schnauze. *Aulostoma chinense* L., Trompetenfisch. *Fistularia tabaccaria* L., Pfeifenfisch. *Centriscus scolopax* L., Schnepfenfisch, Mittelmeer.

Fig. 778.



Lophius piscatorius, nach Cuvier und Valenciennes.

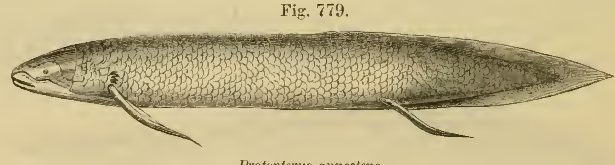
Fam. *Pediculati,* Armflosser. Von gedrungener plumper Körperform, mit nackter oder von rauhen Höckern bedeckter Haut, mit kleinen kehlständigen Bauchflossen und grossen Brustflossen, welche durch stielförmige Verlängerung ihrer sog. Carpalstücke zu armähnlichen beweglichen Stützen des Körpers werden und in der That auch zum Fortschieben und Kriechen gebraucht werden. *Lophius piscatorius* L. (Βάτραχος der Griechen), europäische Küsten (Fig. 778). *Chironectes pictus* Cuv., tropische Meere. *Malthe respertilio* L., Fledermausfisch, Atlantische Küste von Südamerika.

6. Ordnung (Unterclasse). **Dipnoi**[1]**), Lurchfische.**

Beschuppte Fische mit Kiemen- und Lungenathmung, mit persistirender Chorda, mit muskulösem Conus arteriosus und Spiralklappe des Darmes.

Die Lurchfische (Fig. 779) haben so nahe Beziehungen zu den Amphibien, dass sie von ihrem ersten Entdecker als fischähnliche Amphibien betrachtet wurden und auch später noch als Schuppenlurche bezeichnet

Fig. 779.



Protopterus annectens.

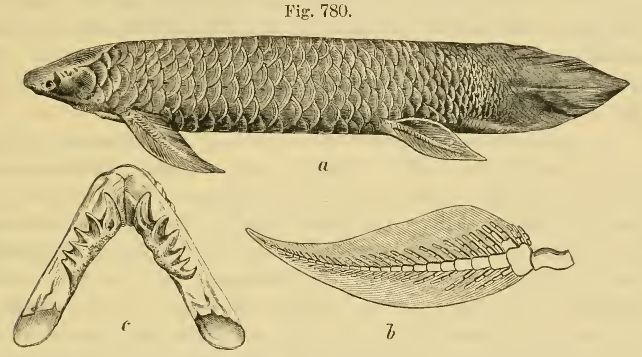
werden konnten. In ihrer äusseren Körpergestalt erscheinen sie entschieden als Fische. Der breite flache Kopf besitzt kleine seitliche Augen und eine

[1]) Th. L. Bischoff, Lepidosiren paradoxa, anatomisch untersucht und beschrieben. Leipzig 1840. J. Hyrtl, Lepidosiren paradoxa. Eine Monographie. Mit 5 Kupfertafeln. Prag 1845. G. Krefft, Description of a gigantic Amphibian allied to the genus Lepidosiren from the Wide-Bay District, Queensland. Proceedings of the zool. Soc. London 1870. A. Günther, Ceratodus und seine Stelle im System. Arch. für Naturgesch., Tom. XXXVII, 1871. Derselbe, Description of Ceratodus, a genus of Ganoid Fishes. Phil. Transact. 1871. R. Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien etc. I. Bd. *Ceratodus.* 1893.

ziemlich weit gespaltene Schnauze, an deren Spitze die beiden Nasenöffnungen liegen. Unmittelbar hinter dem Kopfe finden sich zwei Brustflossen, die ebenso wie die gleichgestalteten weit nach hinten liegenden Bauchflossen einen häutigen, durch Strahlen gestützten einseitigen Saum erkennen lassen oder *(Ceradotus)* ähnlich wie die Flossen der *Crossopterygier* aus einem centralen, von schuppiger Haut überzogenen Schafte und zwei seitlichen, von Strahlen gestützten Säumen bestehen (Fig. 780). Vor dem vorderen Flossenpaare bemerkt man jederseits eine Kiemenspalte, über welcher bei der afrikanischen Gattung *Protopterus (Rhinocryptis)* bis in das spätere Alter drei äussere Kiemenbäumchen erhalten bleiben. Bei der in Brasilien einheimischen Gattung *Lepidosiren* fehlen äussere Kiemen.

Die Skeletbildung weist entschieden auf die Ganoiden hin, mit denen die Dipnoer überhaupt nahe verwandt sind. Es persistirt eine

Fig. 780.



a Ceratodus miolepis. *b* Brustflosse desselben, nach Günther. *c* Unterkiefer mit den Zahnplatten von *Ceratodus Forsteri*, nach Krefft.

zusammenhängende knorpelige Rückensaite, von deren Faserscheide verknöcherte obere und untere Bogenschenkel mit Rippen ausgehen. Nach vorne setzt sich die Chorda bis in die Basis des Schädels fort, welcher auf der Stufe der primordialen Knorpelkapsel stehen bleibt, jedoch bereits von Knochenstücken überdeckt wird. Weit stärker sind die Gesichtsknochen des Kopfes entwickelt, namentlich die Kiefer, deren Bezahnung wie bei den Chimaeren aus senkrecht gestellten schneidenden Platten besteht oder aber *(Ceratodus)* an die von *Cestracion* erinnert. Der Darmcanal birgt eine Spiralklappe, welche in einiger Entfernung von der Kloake endet. Diese nimmt in gemeinsamer Oeffnung die Oviducte (Müller'schen Gänge) und zu deren Seiten die Mündungen der Ureteren auf.

Die Athmung durch Lungen, sowie das Vorhandensein eines doppelten Vorhofes führt zu den nackten Amphibien hin. Die knorpeligen Nasenkapseln durchbrechen wie bei allen Luftathmern durch hintere Oeffnungen

das Gaumengewölbe, und zwar weit vorne, unmittelbar hinter der Schnauzenspitze. Zwei (bei *Ceratodus* nur ein einfacher) retroperitoneal über den Nieren gelegene Säcke, welche mittelst eines kurzen gemeinschaftlichen Ganges in die vordere Wand des Schlundes einmünden, morphologisch der Schwimmblase äquivalent, verhalten sich als Lungen, indem sie venöses Blut aus einem Zweige des unteren Aortenbogens erhalten und arterielles Blut durch Lungenvenen zum Herzen zurückgelangen lassen. Zu dieser Uebereinstimmung mit den Amphibien kommt mit der Ausbildung eines doppelten Kreislaufes die ähnliche Gestaltung des Herzens und der Hauptstämme des Gefässsystems, indem eine unvollkommene Scheidung des Vorhofes, sowie theilweise des Ventrikels in eine linke und rechte Abtheilung vorhanden ist, welche sich auch auf den Conus arteriosus erstreckt. Letzterer besitzt entweder Klappenvorrichtungen ähnlich denen der Ganoiden *(Ceratodus)*, oder enthält wie bei den Fröschen zwei seitliche spirale Längsfalten, welche am vorderen Ende verschmelzen und die Scheidung des Lumens in zwei Hälften, für die Kiemenarterien und Lungengefässe, vorbereiten. Leben in den Tropen der alten und neuen Welt in Flüssen oder in Sümpfen, die in der heissen Jahreszeit eintrocknen (Dipneumona).

1. Unterordnung. *Monopneumona.* Körper mit grossen cycloiden Schuppen bedeckt (Fig. 780*a*). Vomer mit zwei schiefen Schneidezahn-ähnlichen Zahnlamellen. Gaumen mit einem Paare grosser und langer Zahnplatten von flacher welliger Oberfläche und mit fünf bis sechs scharfen Zacken an der Aussenseite. Unterkiefer mit zwei ähnlichen Zahnplatten. Flossen wie die der Crossopterygier mit beschupptem Schafte und strahligem Doppelsaume (Fig. 780*b, c*). Die Klappen im Conus arteriosus nach Art der Ganoiden. Kiemenapparat aus fünf Knorpelbögen und vier Kiemen gebildet. Pseudobranchien sind vorhanden. Die Lunge ist einfach und aus zwei symmetrischen Hälften zusammengesetzt. Die beiden Ureteren münden durch eine gemeinsame Oeffnung an der Rückenseite der Kloake. Hinter dem After ein Paar weiter Peritonealspalten. Leben von kleineren Wasserthieren, aber nicht von Blättern, die sie zugleich mit der Nahrung aufnehmen und benutzen vorwiegend die Lunge zur Respiration, wenn das schlammige Wasser der Flüsse von Gasen organischer Stoffe erfüllt ist. Ihre Lungenathmung ist daher nur eine Anpassung an das zur Athmung untauglich gewordene Wasser. Lebten schon zur Trias-Zeit.

Fam. *Ceratodidae* mit der einzigen Gattung *Ceratodus* Ag. (Fig. 780). *C. Forsteri* Krefft (und *miolepis* Günth.), im Burnett- und Maryfluss, Queensland, wird mehrere Fuss lang.

2. Unterordnung. *Dipneumona.* Flossen schmal, mit gegliedertem Knorpelstab (Stammreihe) und Strahlen nur an einer Seite. Kiemen mehr reducirt. Klappeneinrichtung des Conus arteriosus ähnlich denen der Batrachier. Lungen paarig. *Protopterus* vergräbt sich im Schlamme und tapezirt die Höhlung mit Schleim aus.

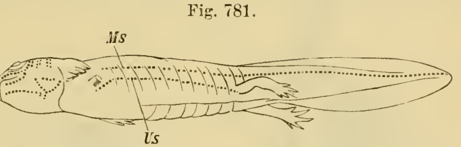
Fam. *Lepidosirenidae*. *Protopterus* (*Rhinocryptis* Peters) *annectens* (Fig. 779) Owen, mit vier Kiemenspalten, tropisches Afrika. *P. amphibius* Peters mit fünf Kiemenspalten. *Lepidosiren paradoxa* Fitzg., Brasilien.

II. Classe. Amphibia[1]), Amphibien, Lurche.

Kaltblüter mit doppeltem Condylus des Hinterhauptes, mit Lungen und vorübergehender oder persistenter Kiemenathmung, unvollständig doppeltem Kreislauf, ohne Amnion und Allantois der Embryonen, welche als Larven ausschlüpfen.

Die äussere Körpergestalt schliesst oft noch durch die Compression des Leibes und den flossenförmigen Ruderschwanz an die Fische an, weist jedoch schon auf den wechselnden Aufenthalt im Wasser und auf dem Lande hin und zeigt in den höheren Typen mehrfache, zu kriechenden, kletternden und springenden Landthieren hinführende Gestaltungsformen. Im Allgemeinen prävalirt ein langgestreckter cylindrischer oder mehr comprimirter Körper, der häufig mit einem ansehnlichen compressen Ruderschwanz endet. Extremitäten können fehlen, wie bei den drehrunden, unterirdisch in feuchter Erde lebenden Blindwühlern, in anderen Fällen finden sich blos kurze Vordergliedmassen (*Siren*) oder vordere und hintere Stummel mit reducirter Zehenzahl, welche den sich schlängelnden Körper nicht vom Boden erheben können. Auch da, wo die Extremitäten eine ansehnliche Grösse erhalten und mit vier oder fünf Zehen enden, wirken sie mehr als Nachschieber zur Fortbewegung des langgestreckten, sich schlängelnden Rumpfes. Nur die Batrachier, deren kurzer gedrungener Rumpf im ausgebildeten Zustande des Schwanzes entbehrt, besitzen kräftige, zum Laufen und zum Sprunge, selbst zum Klettern taugliche Extremitätenpaare.

Fig. 781.



Larve von *Salamandra maculata*, nach Malbranc. *Ms* mittlere, *Us* untere Seitenlinie.

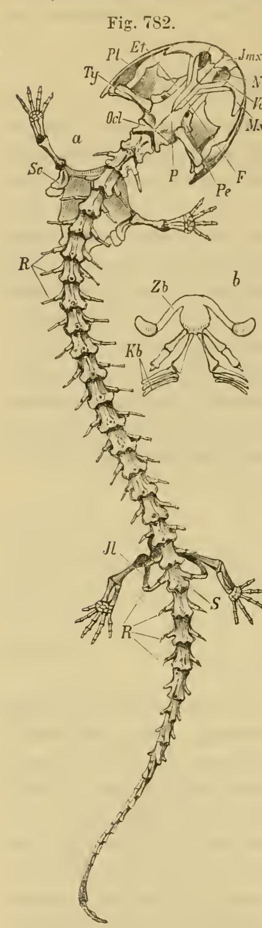
Die drüsenreiche, auch für die Athmung (Perspiration) bedeutungsvolle Haut[2]) bleibt in der Regel nackt und schlüpfrig, nur die Blindwühler besitzen schienenartig verdickte Hautringe und in diesen Schüppchen. Indessen waren die von der Steinkohlenzeit bis zur oberen Trias reich vertretenen *Stegocephalen* am Bauch und Rücken mit grossen Schuppen wie bepanzert. Auch die Sinnesorgane der Seitenlinien (Fig. 781) finden sich bei den im Wasser lebenden Formen, insbesondere im Larvenzustande wieder. Sehr allgemein liegen Drüsen und Pigmente in der Hautbedeckung. Erstere sondern

[1]) Wagner, Natürliches System der Amphibien. München 1830. Duméril et Bibron, Erpétologie générale etc. Paris 1834—1854.

[2]) Fr. E. Schulze, Epithel- und Drüsenzellen. 1. Die Oberhaut der Fische und Amphibien. Archiv für mikrosk. Anatomie, Tom. III, 1867.

oft (die *Parotiden*, sowie Drüsenwülste an den Seiten und hinteren Extremitäten) ätzende und stark riechende Säfte ab, welche auf andere Organismen giftig wirken. Die mannigfachen Färbungen der Haut rühren vornehmlich von ramificirten Pigmentzellen der Cutis her, welche bei den Fröschen durch selbständige Gestaltveränderungen das schon länger bekannte Phänomen des Farbenwechsels bedingen.

Fig. 782.



a Skelet von *Menopoma alleghaniense*. *Ocl* Occipitale laterale, *P* Parietale, *F* Frontale, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *Vo* Vomer, *Et* Os en ceinture, *Pt* Pterygoideum, *Sc* Schultergürtel, *Jl* Beckengürtel, *S* Sacralwirbel, *R* Rippen. — *b* Zungenbeinbogen *(Zb)* und Kiemenbogen *(Kb)* desselben.

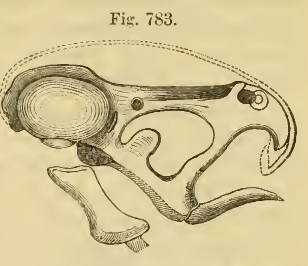
Obwohl am Skelet eine Chorda dorsalis (Blindwühler, *Proteus*) persistiren kann, kommt es stets zur Bildung knöcherner, zunächst biconcaver Wirbel [1]), welche durch Intervertebralknorpel geschieden sind. Bei den *Salamandrinen* verdrängt allmälig der wachsende Intervertebralknorpel die in ihren Resten verknorpelnde Chorda, und es kommt durch weitere Differenzirung des ersteren zur Anlage eines Gelenkkopfes und einer Gelenkpfanne, die jedoch nur bei den mit procoelen Wirbelkörpern versehenen *Batrachiern* zur völligen Sonderung gelangen. Bei den Salamandrinen sind die Wirbelknorpel opisthocoel. Die Zahl der Wirbel ist meist, der langgestreckten Körperform entsprechend, eine bedeutende; bei den *Batrachiern* dagegen besteht die Wirbelsäule nur aus zehn Wirbeln mit auffallend langen Querfortsätzen, welche meist zugleich die Rippen vertreten, während sich sonst mit Ausnahme des ersten Wirbels an fast allen Rumpfwirbeln kleine kurze Rippen finden, welche niemals an das Sternum anschliessen. Die Sacralregion wird von einem einzigen Wirbel gebildet (Fig. 782).

Vom Kopfskelet ist der knorpelige Primordialschädel im Larvenleben ziemlich vollständig, jedoch ohne Decke und Boden (zwischen den Trabekeln) (Fig. 783). Später wird derselbe theilweise von Knochen verdrängt, die theils Ossificationen der Knorpelkapsel *(Occipitalia lateralia, Gehörkapsel, Gürtelbein* oder

[1]) Vergl. besonders C. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig 1862.

Os en ceinture) sind, theils als Belegknochen *(Parietalia, Frontalia, Nasalia, Vomer, Parasphenoideum)* ihren Ursprung nehmen (Fig. 784). Wie bei Lepidosiren bleiben *Occipitale basale* und *superius* kleine Knorpelstreifen, ebenso finden wir noch ein *Parasphenoideum* an der Schädelbasis. Die mächtigen *Occipitalia lateralia* (mit dem *Opisthoticum* verschmolzen) articuliren wie bei den Säugethieren mittelst doppelter Gelenkhöcker auf dem vordersten Wirbel. Die vorspringende Ohrgegend entspricht dem *Prooticum*, welches von der *Fenestra ovalis* durchbrochen wird. Während die Seitenwand des Schädels knorpelig bleibt, tritt in der Ethmoidalgegend ein ringförmiger Knochen, das *Gürtelbein,* auf.

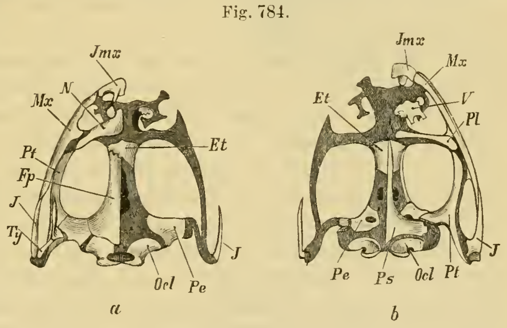
Fig. 783.



Primordialschädel einer Kaulquappe, nach Parker.

Die Verbindung des Schädels mit dem Kieferbogen ist wie bei Lepidosiren eine feste. *Kieferstiel* und *Palato-Quadratum* legen sich im Zusammenhange mit der knorpeligen Schädelkapsel an und bilden jederseits einen weit abstehenden infraorbitalen Bogen, dessen Vorderende entweder frei bleibt oder mit dem Ethmoidalknorpel verschmilzt. Die am Ende des Kieferstiels auftretende Ossification bildet das *Quadratum,* während eine dem Knorpel auflagernde, hammerförmige Deckplatte als *Squamosum,* richtiger vielleicht als *Tympanicum* bezeichnet wird. Ein zweiter von unten anliegender Knochen erstreckt sich im Bogen nach vorne und ist das *Pterygoideum,* an welches sich nach vorne das quer zum paarigen *Vomer* hinziehende *Palatinum* anschliesst. Der äussere Kieferbogen, gebildet durch die *Intermaxillar-* und *Maxillar*knochen, kann mittelst einer dritten hinteren Knochenspange *(Quadratojugale)* bis zum *Quadratum* reichen, bleibt aber bei manchen Perennibranchiaten unvollständig, indem der Oberkieferknochen fehlt. Am Visceralskelet zeigt sich entschieden eine mehr oder minder tiefgreifende Reduction im Zusammenhange mit der Rückbildung der Kiemenathmung. Die mit bleibenden Kiemen versehenen Am-

Fig. 784.



Schädel von *Rana esculenta*, nach Ecker, *a* von der Dorsal-, *b* von der Ventralseite. *Ocl* Occipitale laterale, *Pe* Petrosum (Prooticum), *Et* Gürtelbein, *Ty* Tympanicum, *Fp* Frontoparietale, *J* Quadrato-Jugale (Jugale), *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *Ps* Parasphenoideum, *Pt* Pterygoideum, *Pl* Palatinum, *V* Vomer.

phibien *(Perennibranchiaten)* besitzen die Visceralbögen in grösserer Zahl und in ähnlicher Gestalt, wie sie bei den übrigen Formen nur vorübergehend im Larvenleben auftreten. Hier treten noch vier bis fünf Bogenpaare auf, von denen das vordere den Zungenbeinbogen darstellt (Fig. 782 *b*). Die Copula bleibt einfach und wird von den beiden letzten Bögen nicht mehr erreicht. Bei den *Salamandrinen* persistiren ausser dem Zungenbeinbogen noch Reste von zwei Kiemenbögen, während sich bei den *Batrachiern* im ausgebildeten Zustande nur ein einziges Paar von Bogenstücken am Zungenbeine erhält. Dasselbe fügt sich an den Hinterrand des Zungenbeinkörpers an und wird als Suspensorium des Kehlkopfes verwendet.

Am Schultergerüst unterscheidet man drei Stücke als *Scapulare, Procoracoideum* und *Coracoideum*, wozu noch ein oberes knorpeliges *Suprascapulare*, ferner bei den Anuren am Procoracoideum eine *Clavicula* hinzukommt. Während bei den geschwänzten Amphibien ein unterer Schluss des Gürtels fehlt, kommt derselbe bei den Batrachiern sowohl durch die mediane Verbindung beider Hälften, als durch Anlagerung an eine als *Sternum* zu deutende Platte zu Stande, an deren vorderem Ende eine *Episternal*platte hinzutritt. Für das Becken ist die schmale Form der Darmbeine charakteristisch, welche, an den starken Querfortsätzen eines einzigen Wirbels befestigt, an ihrem hinteren Ende mit dem Sitz- und Schambeine verschmelzen.

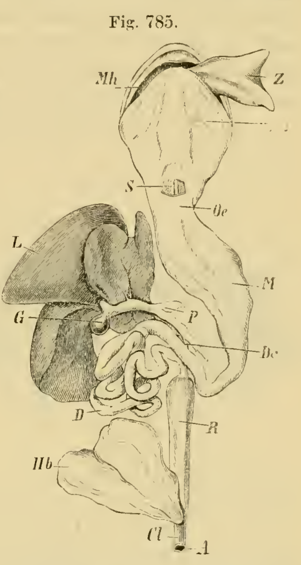
Das *Nervensystem* erhebt sich in mehrfacher Hinsicht über das der Fische. Das Gehirn (Fig. 107) bleibt zwar in allen Fällen klein, indessen sind die Hemisphären umfangreich und die Differenzirung des Zwischen- und Mittelhirns weiter vorgeschritten. Die Lobi optici erlangen eine ansehnliche Grösse und das verlängerte Mark umschliesst eine breite Rautengrube. Die Hirnnerven verhalten sich ähnlich wie bei den Fischen, indem nicht nur der *N. facialis* und die Augenmuskelnerven oft noch in den Bereich des *Trigeminus* fallen, sondern *Glossopharyngeus* und *Accessorius* durch Aeste des *Vagus* vertreten werden. Der *Hypoglossus* ist wie dort erster Spinalnerv.

Von den *Sinnesorganen* können die beiden Augen rudimentär und unter der Haut versteckt sein (Olm und Blindwühler). Bei den Perennibranchiaten fehlen Lidbildungen noch vollständig, während die Salamandrinen ein oberes und unteres Augenlid und die Batrachier mit Ausnahme von *Pipa* ausser dem oberen Augenlide eine grosse, sehr bewegliche Nickhaut besitzen, neben der nur bei *Bufo* ein unteres rudimentäres Augenlid vorkommt. Bei den Batrachiern tritt ein Retractor auf, durch welchen der grosse Augenbulbus weit zurückgezogen werden kann. Im Baue des *Gehörorganes*[1]) schliessen sich die Amphibien den Fischen an. Dasselbe beschränkt sich auf das Labyrinth mit drei halbzirkelförmigen Canälen, nur bei den Batrachiern tritt noch eine Paukenhöhle hinzu, welche mit weiter Tuba Eustachii in den Rachen mündet und aussen von einem bald freiliegenden, bald von der Haut bedeckten Trommelfell verschlossen wird,

[1]) Vergl. insbesondere die Arbeiten von Deiters, Hasse und Retzius.

dessen Verbindung mit dem ovalen Fenster ein kleines, wohl dem *Hyomandibulare* entsprechendes Knorpelstäbchen nebst Knorpelplättchen *(Columella* nebst *Operculum)* herstellt. Bei fehlender Paukenhöhle werden diese Deckgebilde des ovalen Fensters von Muskeln und Haut überzogen. Die zuerst durch Deiters bei Fröschen entdeckte rudimentäre Schnecke dürfte allen Amphibien zukommen. Die *Geruchsorgane* sind stets paarige, mit Faltungen der Schleimhaut versehene Nasenhöhlen, welche noch vorne innerhalb der Lippen, bei den Batrachiern und Salamandrinen weiter nach hinten zwischen Oberkiefer und Gaumenbein mit der Rachenhöhle communiciren. Als Sitz des *Tastsinnes* ist die äussere nervenreiche Haut zu betrachten. Dass auch der *Geschmackssinn* vorhanden ist, ergibt sich aus dem Vorhandensein von Geschmackspapillen auf der Zunge der Batrachier. Freilich verschlucken unsere Thiere ihre Nahrung unzerkleinert, und die meist vorne angewachsene Zunge dient auch zu anderen Functionen, wie bei den Batrachiern als Fangapparat, indem ihr zweilappiges Hinterende nach vorne geklappt wird. Zuweilen fehlt die Zunge *(Pipa)*.

Fig. 785.



Der Darmtractus von Frosch, von der Ventralseite gesehen. *Mh* Mundhöhle, *Mb* Mundbodenhaut, *Z* die herausgeschlagene Zunge, *S* Eingang in den Kehlkopf mit der Stimmritze, *Oe* Oesophagus, *M* Magen, *D* Dünndarm, *P* Pancreas, *L* Leber, *G* Gallenblase, *Dc* gemeinsamer Ausführungsgang von Leber und Pancreas, *R* Dickdarm, *Hb* Harnblase, *Cl* Kloake, *A* Afteröffnung.

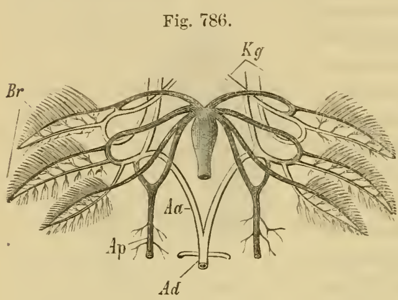
Den Eingang in den *Verdauungscanal* (Fig. 785) bildet eine mit weit gespaltenem Rachen beginnende Mundhöhle, deren Kiefer- und Gaumenknochen (Vomer, Palatinum) in der Regel mit spitzen, nach hinten gekrümmten Zähnen bewaffnet sind, welche nicht zum Kauen, sondern zum Festhalten der Beute gebraucht werden. Selten fehlen Zähne, wie bei *Pipa* und einigen Kröten, während sie bei den Fröschen stets im Oberkiefer und Gaumen vorhanden sind. Am Darm unterscheiden wir einen kurzen Oesophagus, welcher in einen Magen führt, der sich bei den Batrachiern schärfer absetzt und bei den Bufoniden quer zu stellen beginnt. Der darauffolgende Mitteldarm beschreibt mehrfache Windungen und geht endlich in den blasenförmig erweiterten Enddarm über. Als Anhangsdrüsen des Darmes finden wir das Pancreas und die Leber mit Gallenblase, deren Ausführungsgang jenen des Pancreas aufnimmt.

Die *Athmungs-* und *Kreislaufsorgane* der Amphibien wiederholen im Wesentlichsten die Gestaltungsverhältnisse der Dipnoer. Ueberall finden sich zwei Lungensäcke, neben denselben aber noch, sei es nur im Jugendalter

oder auch im ausgebildeten Zustande (*Perennibranchiaten,* Fig. 79), drei (oder vier) Paare von Kiemen, welche bald in einem von einer Hautduplicatur bedeckten Raume mit äusserer Kiemenspalte eingeschlossen liegen, bald als ästige oder gefiederte Hautanhänge frei am Halse hervorragen. Die Athembewegungen werden bei dem Mangel eines erweiterungs- und verengerungsfähigen Thorax durch die Muskulatur des Zungenbeins und durch die Bauchmuskeln bewirkt. Die unpaare, durch Knorpelstäbe gestützte Luftröhre erscheint meist bei auffallender Kürze und Weite einem Kehlkopfe ähnlich und ist nur bei den Anuren zu einem Stimmorgane ausgebildet, welches laute, quackende Töne hervorbringt und häufig im männlichen Geschlechte durch einen Resonanzapparat eines oder zweier mit der Rachenhöhle communicirender *Kehlsäcke* unterstützt wird.

Zur Zeit der ausschliesslichen Kiemenathmung verhalten sich *Herz* und *Arterienstämme* ähnlich wie bei den Fischen. Später bei hinzutretender Lungenathmung wird der Kreislauf ein doppelter, und es findet durch ein Septum die Scheidung des rechten und linken Vorhofes statt, von denen der erstere die Körpervenen, der letztere die Lungenvenen aufnimmt. Dagegen bleibt die Herzkammer stets noch einfach, enthält daher gemischtes Blut und führt durch einen muskulösen, rhythmisch pulsirenden Aortenconus in die aufsteigende Aorta mit den reducirten Gefässbögen. In der ersten Larvenperiode sind es vier Paare von Gefässbögen, welche ohne capillare Vertheilung den Schlund umziehen und sich unterhalb der Wirbelsäule zu den beiden Wurzeln der absteigenden Aorta verbinden. Mit dem Auftreten von Kiemen geben die drei vorderen Bogenpaare Gefässschlingen ab, welche das System der Kiemencapillaren bilden, während die zurückführenden Theile der Bögen untereinander in verschiedener Weise zur Bildung der Aortenwurzeln (Aorta descendens) zusammentreten (Fig. 786). Der vierte Gefässbogen, der übrigens häufig (Batrachier) einen Zweig des dritten darstellt oder (Salamander) mit jenem in gemeinsamem Ostium am Bulbus entspringt, steht zur Kiemenathmung in keiner Beziehung und führt direct in die Aortenwurzel. Dieser untere Gefässbogen ist es, welcher einen Zweig zu den sich entwickelnden Lungen entsendet und so die Bildung der an Grösse und Bedeutung bald überwiegenden Lungenarterie einleitet. Während sich diese Verhältnisse bei den Perennibranchiaten im Wesentlichen zeitlebens erhalten, treten bei den Salamandrinen und Batrachiern mit dem

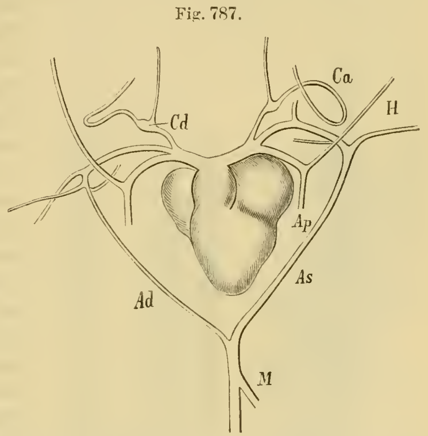
Fig. 786.



Aortenbögen einer älteren Froschlarve, aus Bergmann und Leuckart. *Aa* die sich zur Aorta descendens *(Ad)* vereinigenden Aortenbögen, *Ap* Arteria pulmonalis, *Kg* Kopfgefässe, *Br* Kiemen.

Schwunde der Kiemen weitere Reductionen ein, welche zur Gefässvertheilung der höheren Wirbelthiere hinführen. Mit der Rückbildung der Kiemencapillaren wird die Verbindung des Aortenbulbus und der absteigenden Körperarterie wiederum durch einfache Bögen hergestellt, deren Verbindungswege, mit Ausnahme des dritten und vierten, oft als *Ductus Botalli* persistirenden, obliteriren und verschwinden (Fig. 787). Der vordere Bogen entsendet Zweige zu der Zunge, sowie die Carotiden, an deren Ursprung sich eine Anschwellung, die sog. *Carotidendrüse,* findet. Die beiden mittleren bilden die Aortenwurzeln, von denen sich auch noch Aeste nach dem Kopfe abzweigen können. Der unterste, an seinem Ursprunge oft mit dem vorhergehenden verschmolzene Bogen gestaltet sich zur Lungenarterie um, meist mit Erhaltung eines dünnen, zuweilen obliterirten Ductus Botalli. Bei den Batrachiern, welche in Folge des Zusammenfallens der beiden unteren Gefässbögen nur drei Gefässbögen besitzen, ist die Aortenwurzel Fortsetzung des mittleren Bogens jeder Seite und gibt die Gefässe der Schultergegend und der vorderen Extremitäten, sowie auch an einer Seite die Eingeweidearterie ab. Der untere Bogen entsendet die Lungenarterie und einen starken Stamm für die Haut des Rückens, ohne den Verbindungsgang mit der Aortenwurzel zu erhalten. Wie bei den Fischen besteht ausser dem Pfortaderkreislauf der Leber ein solcher der Niere. Die Lymphgefässe der Amphibien begleiten die Blutgefässe als Geflechte oder weite lymphatische Bahnen. Nahe von den Einmündungsstellen in die Venen treten Lymphbehälter auf, welche rhythmisch pulsiren und die Bedeutung von Lymphherzen besitzen; so liegen bei den Fröschen zwei Lymphherzen unter der Rückenhaut in der Schultergegend und zwei dicht hinter dem Os ileum; bei den Salamandern sind nur hintere Lymphherzen bekannt geworden. Von Gefässdrüsen sind die stets paarige *Thymus* und die in keinem Falle fehlende *Milz* hervorzuheben.

Fig. 787.



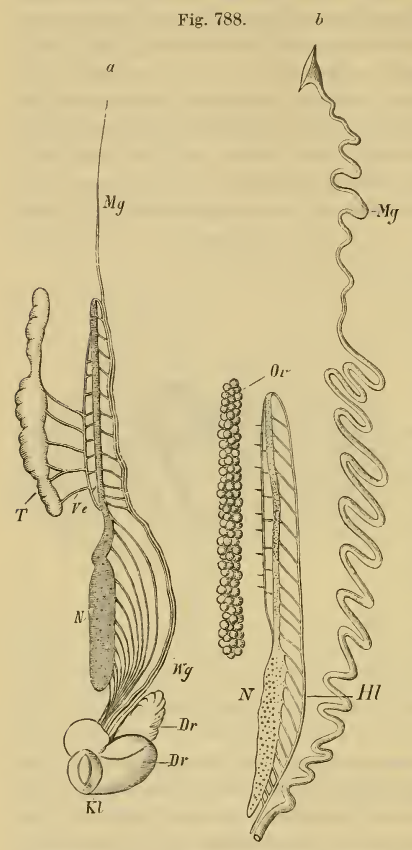
Herz mit den grösseren Gefässen einer Kröte. *Ad* rechter Aortenbogen, *As* linker Aortenbogen, *Ca* Carotis, *Cd* Sog. Carotidendrüse, *Ap* Arteria pulmonalis, *H* Arteria cutanea, *M* Arteria mesenterica.

Die *Harnorgane* (Fig. 788) sind paarige Nieren, deren zahlreiche Harncanälchen in den rechten und linken Urnierengang eintreten. An den Harncanälchen erhalten sich die Wimpertrichter *(Nephrostomata)*. Die Urnierengänge öffnen sich auf warzenförmigen Vorsprüngen in die Hinterwand der

Kloake, von deren Vorderwand die Harnblase meist als zweizipflige Aussackung entspringt (Fig. 785).

Ueberall besteht im männlichen Geschlechte ein näheres Verhältniss der Harnorgane zu dem Ausführungsapparate der *Geschlechtsorgane* (Fig. 788). Wie bei den höheren Wirbelthieren die Urniere (Wolff'scher Körper) theilweise zum Nebenhoden wird und den ausführenden Apparat des Hodens herstellt, so fungirt auch bei den Amphibien der obere Theil der persistirenden Urniere als Nebenhoden. Indem sich die Vasa efferentia in diesen Theil der Niere (Geschlechtsniere) einsenken und mit den Harncanälchen verbinden, führen sie ihren Inhalt, gewöhnlich mittelst eines gemeinsamen Ganges, in das als Harn-Samenleiter fungirende Endstück des Urnierenganges, während vom untern Theil der Niere (Beckenniere) Harnleiter austreten, die gemeinsam mit dem Harnsamenleiter in die Kloake münden. Dazu kommen bei den Salamandern als Prostata bezeichnete Drüsen an der Kloakenwand.

Fig. 788.



a Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines männlichen Salamanders, mehr schematisch. *T* Hoden, *Ve* Vasa efferentia, *N* Niere mit den austretenden Sammelröhrchen des Harnes, *Mg* Müller'scher Gang, *Wg* Wolff'scher Gang oder Samenleiter, *Kl* Kloake, *Dr* Prostatadrüsen. *b* Linksseitiger Harn- und Geschlechtsapparat eines weiblichen Salamanders ohne den Kloakentheil. *Ov* Ovarium, *N* Niere, *Hl* der dem Wolff'schen Gang entsprechende Harnleiter, *Mg* Oviduct oder Müller'scher Gang.

Im weiblichen Geschlechte übernimmt der bei dem männlichen Thiere rudimentäre Müller'sche Gang die Function des *Oviductes*. Derselbe beginnt mit freiem, trichterförmig erweitertem Ostium, nimmt einen geschlängelten Verlauf und mündet, oft unter Bildung einer uterusartigen Erweiterung, mit dem als Harnleiter fungirenden Urnierengang seitlich in die Kloake, in deren Wand bei den Salamandrinen nach v. Siebold's Entdeckung schlauchförmige, zugleich als Samenbehälter fungirende Drüsen liegen. Ein voll-

kommener Hermaphroditismus scheint niemals vorzukommen, obwohl bei den männlichen Kröten, insbesondere bei *Bufo variabilis*, neben den Hoden Rudimente des Ovariums gefunden wurden.

Männchen und Weibchen unterscheiden sich oft durch Grösse und Färbung, sowie durch andere, namentlich zur Brunstzeit im Frühjahre und Sommer hervortretende Eigenthümlichkeiten (Hautkämme). Trotz mangelnder äusserer Begattungsorgane kommt es zu einer Begattung, die freilich meist eine äussere Vereinigung beider Geschlechter bleibt (Batrachier) und die Befruchtung der Eier ausserhalb des mütterlichen Körpers zur Folge hat. Bei den Urodelen [1]) findet jedoch trotz Mangels äusserer Begattungseinrichtungen die Befruchtung innerhalb der Leitungswege statt, indem nach dem vorausgegangenen Liebesspiel beider Geschlechter das Männchen seine Spermatophoren nach aussen abgibt, das Weibchen die Samenmasse dieser in die Kloake aufnimmt und in die als Receptacula fungirenden Schläuche der Kloakenwand gelangen lässt. In diesem Falle können die Eier im Innern des weiblichen Körpers ihre Entwicklung durchlaufen und lebendige Junge auf einer früheren oder späteren Stufe der Ausbildung geboren werden. Nur ausnahmsweise sorgen die Eltern durch Instincthandlungen für das weitere Schicksal der Brut, wie z. B. der Fessler (*Alytes*, Fig. 789) und die südamerikanische Wabenkröte. Während sich das Männchen des ersteren die Eierschnur um die Hinterschenkel windet, dann in feuchter Erde vergräbt und sich seiner Last erst nach vollendeter Entwicklung der Embryonen entledigt, streicht das Männchen von *Pipa* die abgelegten Eier auf den Rücken des Weibchens, welcher alsbald um die einzelnen Eier Zellen-artige Räume bildet, in denen die Embryonalentwicklung durchlaufen wird, und die ausgeschlüpften Jungen ihre Metamorphose bestehen. Bei *Rhinoderma Darwini* werden die ausschlüpfenden Jungen in einem Kehlsacke des Männchens aufgenommen und bis nach beendeter Metamorphose geborgen. Andere Gattungen, wie *Notobrema* und *Notodelphys*, besitzen einen geräumigen Brutsack unter der Rückenhaut. Von diesen Fällen abgesehen, werden die Eier entweder einzeln, vornehmlich an Wasserpflanzen angeklebt (Wassersalamander) oder in Schnüren oder unregelmässigen Klumpen abgesetzt. Im letzteren Falle secerniren die Wandungen des Eileiters eine eiweissähnliche Substanz, welche die Eier sowohl einzeln umhüllt als unter einander verbindet, und, im Wasser mächtig aufquellend eine gallertige Beschaffenheit annimmt.

Fig. 789.



Alytes obstetricans. Männchen mit der Eierschnur.

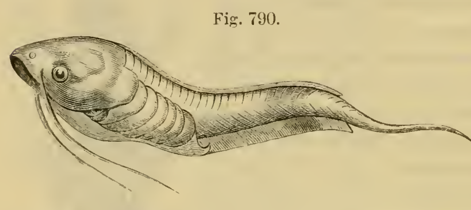
Die verhältnissmässig kleinen Eier [2]) durchlaufen nach der Befruchtung

[1]) Vergl. F. Gasco, Les amours des Axolotls. Zool. Anzeiger. IV. Jahrg., 1881. E. Zeller, Ueber die Befruchtung der Urodelen. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XLIX. 1890.

[2]) C. E. v. Baer, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. II. Königsberg 1837.

eine inäquale Furchung (Fig. 143). Im weiteren Verlaufe der Entwicklung kommt es nicht — und hierin stimmen die Amphibien mit den Fischen überein — zur Bildung von *Amnion* und *Allantois*, jener für die höheren Wirbelthiere charakteristischen Embryonalhäute, wenngleich in der vorderen, aus der Kloakenwand entstandenen Harnblase eine der Allantois gleichwerthige Bildung vorliegt. Auch besitzen die Embryonen keinen äussern, vom Körper abgeschnürten Dottersack, da der Dotter frühzeitig in den Embryonalkörper eingeschlossen wird. Als Athmungsorgane entwickeln sich an den Visceralbögen Kiemen, welche meist erst im freien Leben zur vollen Entfaltung kommen. Die Jungen verlassen stets frühzeitig die Eihüllen, um eine Metamorphose zu durchlaufen. Die ausgeschlüpfte Larve erinnert durch den seitlich comprimirten Ruderschwanz, sowie den Besitz äusserer Kiemen an die Fischform (Fig. 790) und entbehrt noch beider Extremitätenpaare, die erst mit fortschreitendem Wachsthum des Leibes hervorsprossen. Während dieser Vorgänge beginnt die Function der am Schlunde vorgewachsenen Lungensäcke, nachdem zuweilen (Batrachier) die äusseren Kiemenanhänge durch innere, von der Haut verdeckte Kiemenblättchen ersetzt worden sind, und sich seitlich am Halse zum Abfluss des Wassers eine Kiemenspalte ausgebildet hat (Fig. 150; Fig. 791). Endlich geht die Kiemenathmung durch Rückbildung der Kiemen und deren Gefässe vollständig verloren, der Ruderschwanz verkürzt sich mehr und mehr und wird zuletzt, wenigstens bei den Batrachiern, vollständig rückgebildet (Fig. 151). Bei *Hylodes martinicensis* fällt die Metamorphose weg und entwickelt sich der Embryo kiemenlos. In den übrigen Gruppen erhalten sich die späteren oder auch früheren Phasen der Entwicklungsreihe durch das ganze Leben, indem bei den *Salamandrinen* der Ruderschwanz, bei den *Perennibranchiaten* zugleich die Kiemen oder wenigstens die äusseren Kiemenspalten *(Derotremen)* persistiren, und die Extremitäten stummelförmig bleiben oder selbst nur im vorderen Paare zur Ausbildung kommen. Das System bildet demnach zur Entwicklungsgeschichte der Einzelformen eine annähernd zutreffende Parallele.

Fig. 790.



Larve von *Dactylethra*, nach Parker.

Häufig sind die Amphibien nur während der Larvenperiode an das Wasser gebunden, als Landthiere wählen sie dann im ausgebildeten Zustande

Reichert, Das Entwicklungsleben im Thierreich. Berlin 1840. C. Vogt, Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. Solothurn 1842. Rusconi, Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre. Pavie 1854. A. Götte, Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig 1874. O. Hertwig, Die Entwicklung des mittleren Keimblattes der Wirbelthiere. Jen. naturwiss. Zeitschr., Tom. XV und XVI, 1881—1882.

feuchte schattige Plätze in der Nähe des Wassers, da eine feuchte Atmosphäre bei der ausgeprägten Hautrespiration allen Bedürfniss erscheint. Die Nahrung besteht fast durchwegs aus Insecten und Würmern, im Larvenleben jedoch vorwiegend aus pflanzlichen Stoffen. Indessen ist das Nahrungsbedürfniss bei der geringen Energie der Lebensvorgänge, bei der Trägheit in den Bewegungen und psychischen Leistungen ein verhältnissmässig geringes. Viele können Monate lang ohne Nahrung ausdauern und so auch, wie z. B. die Batrachier, im Schlamme vergraben überwintern. Ueberhaupt zeichnen sich alle Amphibien durch grosse Lebenszähigkeit, sowie bedeutendes Reproductionsvermögen aus.

Den Urodelen und Batrachiern zugehörige Formen finden sich erst in der Tertiärformation. Aber schon zur paläozoischen Zeit gab es den Schwanzlurchen ähnliche Amphibien, die *Stegocephalen* und *Ganocephalen*. Dieselben erreichten theilweise eine sehr bedeutende Grösse und besassen ähnlich den Knochenganoiden eine sehr vollständige, von zahlreichen Hautknochen gebildete Bepanzerung der Schädeldecke (darunter ein doppeltes Occipitale superius) und ein Foramen parietale. Die Wirbel waren amphicoel und trugen lange Rippen; die Chorda war in ansehnlicher Stärke erhalten. Für *Branchiosaurus*[1]) wurden auch verschieden grosse Larven bekannt, und der Nachweis geführt, dass in Folge fortschreitender Beckenverschiebung in distaler Richtung die Zahl der Präsacralwirbel während der Metamorphose eine grössere wird.

Fig. 791.

Larve von *Pelobates fuscus*, von der Bauchseite dargestellt mit geöffneter Kiemenhöhle. *K* innere Kiemen, *Al* linksseitige Oeffnung der Kiemenhöhle, *HS* Hornschnabel, *Ve* vordere Extremität, *He* Hintere Extremität.

Verwandt waren die als besondere Ordnung zu trennenden *Labyrinthodonten* aus der Trias-, permischen und Steinkohlenformation, welche in merkwürdiger Weise Merkmale der Ganoiden mit solchen der Schwanzlurche vereinigen. Sie besassen ein äusseres, von drei breiten knöchernen Kehl-Brustplatten und kleinen Schildern des Bauches gebildetes Hautskelet, amphicoele Wirbel und in den Crocodil-ähnlichen Kiefern eigenthümlich gefaltete Zähne, denen sie den Namen Wickelzähner verdanken. Auch sind für den Jugendzustand *(Archegosaurus)* Kiemenbögen nachgewiesen worden. Wahrscheinlich sind die im bunten Sandstein in England und Deutschland (Hildburghausen) entdeckten Fussspuren riesiger Thiere *(Chirotherium)*, die von Einigen auf Schildkröten, von Anderen auf Beutelthiere bezogen wurden, auf Labyrinthodonten zurückzuführen. Owen hat wiederum die ältesten Formen mit gepanzertem Schädel als *Ganocephala* gesondert. *Archegosaurus Dechenii* Goldf., *Labyrinthodon Rütimeyeri* Wiedersheim.

1. Ordnung. **Apoda**[2]) **(Gymnophiona), Blindwühler.**

Kleinbeschuppte Lurche von wurmförmiger Gestalt, ohne Gliedmassen, mit biconcaven Wirbeln und kurzem Schwanz.

---

[1]) Vergl. H. Credner, Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden. VI. Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellschaft, 1886.

[2]) Joh. Müller, Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien. Treviranus' Zeitschr. für Phys., Tom. IV, 1832. R. Wiedersheim, Die Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879.

Die äussere Haut der lange Zeit zu den Schlangen gestellten Blindwühler enthält kleine Schüppchen, welche in quere Ringel bildenden Hautfalten gelagert sind (Fig. 792). Das Skelet ist durch die biconcave Form der Wirbelkörper und die wohlerhaltene Chorda ausgezeichnet. Der knöcherne Schädel mit seinem doppelten Gelenkhöcker zeigt eine feste Verbindung mit den Gesichtsknochen, von denen Kiefer und Gaumenbein kleine nach hinten gekrümmte Zähne tragen. Schulter und Beckengerüst nebst Extremitäten fehlen vollständig. An der unteren Seite des kegelförmigen Kopfes liegt die kleine Mundspalte, vorne an der Schnauze die beiden Nasenlöcher, in deren Nähe sich bei mehreren Gattungen jederseits eine blinde Grube bemerkbar macht. Diese sog. falschen Nasenlöcher führen in Canäle (ähnlich den Kopfgruben der Schlangen), welche von Leydig[1]) als Sinnesorgane betrachtet werden. Die Augen bleiben bei der unterirdischen Lebensweise stets klein und schimmern nur als kleine Fleckchen durch die Haut hindurch. Trommelfell und Paukenhöhle fehlen.

Die Blindwühler leben in den Tropen der alten und neuen Welt, wühlen sich Gänge im Erdboden und ernähren sich besonders von Würmern und Insectenlarven.

Fig. 792.



Siphonops mexicana (règne animal).

Joh. Müller hat zuerst gezeigt, dass *Ichthyophis glutinosus* in der Jugend jederseits eine Kiemenspalte besitzt, welche zu inneren Kiemen führt. Indessen finden sich am Embryo drei Paare von Kiemenbäumchen, welche bald nach dem Ausschlüpfen obliteriren.

Nach Gervais soll übrigens *Coecilia compressicauda* Junge ohne Spur von Kiemenlöchern gebären, was Peters bestätigt. Doch wurden von Letzterem am Nacken der neugeborenen im Wasser abgesetzten Jungen umfangreiche Blasen beobachtet und als Kiemen in Anspruch genommen.

Fam. *Coeciliidae. Coecilia lumbricoidea* Daud., Südamerika. *Siphonops mexicana* Dum. Bibr. (Fig. 792). *S. annulata* Wagl., Brasilien. *Epicrium* Wagl. *E. glutinosum* = *Ichthyophis glutinosus* Fitz., Ceylon.

2. Ordnung. **Caudata = Urodela**[2]), **Schwanzlurche.**

Nackthäutige langgestreckte Lurche, meist mit vier kurzen Extremitäten und persistirendem Schwanze, mit oder ohne äussere Kiemen.

[1]) Fr. Leydig, Ueber die Schleichenlurche (Coeciliae). Ein Beitrag zur anatomischen Kenntniss der Amphibien. Zeitschr. für wiss. Zool., Tom. XVIII, 1868.

[2]) Daudin, Histoire naturelle gén. et partic. des Reptiles. Paris 1802—1804. Aug. Duméril, Observations sur la reproduction dans la ménagerie des Reptiles du Musée d'hist. nat. des Axolotls etc., sur leur développement et sur leurs métamorphoses. Nouv. Arch. du Musée d'hist. nat. de Paris, II, 1860. Alex. Strauch, Revision der Salamandridengattungen. Petersburg 1870.

Der nackthäutige Leib endet mit einem langen, meist seitlich compressen Ruderschwanz und besitzt in der Regel zwei Paare kurzer, weit auseinander gerückter Extremitäten, welche bei der verhältnissmässig schwerfälligen Fortbewegung auf dem Lande als Nachschieber wirken, dagegen oft beim Schwimmen als Ruder um so bessere Dienste leisten. Nur ausnahmsweise *(Siren)* fehlen die Hinterbeine vollkommen, während die vorderen Extremitäten kurze Stummel bleiben.

Einige *(Perennibranchiaten)* besitzen zeitlebens neben den Lungen drei Paare von äusseren verzweigten Kiemen. Andere *(Derotremen)* werfen zwar im Laufe ihrer Entwicklung die Kiemen ab, behalten aber zeitlebens eine äussere Kiemenspalte an jeder Seite des Halses; viele aber *(Salamandrinen)* verlieren auch diese letztere vollständig und zeigen sich überhaupt hinsichtlich der gesammten Organisation als die höchsten Glieder der Ordnung. Bei den ersteren sind die Wirbelkörper noch nach Art der Fischwirbel biconcav und umschliessen wohlerhaltene Chordareste, dagegen besitzen die ausgebildeten Salamandrinen Wirbel mit vorderem Gelenkkopfe und hinterer Gelenkpfanne.

Die kleinen, zuweilen rudimentären Augen liegen unter der durchsichtigen Haut und entbehren mit Ausnahme der *Salamandrinen* gesonderter Lider. Ueberall fehlen am Gehörorgan Trommelfell und Paukenhöhle. Die Nasenöffnungen liegen an der Spitze der vorspringenden Schnauze und führen in wenig entwickelte Nasenhöhlen, welche das Gaumengewölbe weit vorne, meist unmittelbar hinter den Kiefern durchbrechen. Die Bewaffnung der Rachenhöhle wird von kleinen spitzen Hakenzähnen gebildet, welche sich im Unterkiefer in einfacher, im Oberkiefer und oft auch an dem Gaumenbeine in doppelten Bogenreihen erheben. Die Zunge sitzt fast mit ihrer ganzen unteren Fläche am Boden der Mundhöhle fest. Merkwürdig erscheint das Verhalten des *Axolotls,* welcher schon von Cuvier, Baird u. A. für die Larve eines Salamandrinen erklärt wurde. Nach den zuerst im Pariser Pflanzengarten von Duméril angestellten Beobachtungen verlieren die aus den Eiern des Axolotls gezogenen Exemplare unter geeigneten Verhältnissen die Kiemenbüschel und bilden sich zu einer mit der Salamandrinen-Gattung *Amblystoma* übereinstimmenden Form aus, während die ursprünglich aus Mexico eingeführten Exemplare als Geschlechtsthiere die Perennibranchiatenform bewahren. Uebrigens sind auch gelegentlich Tritonarten mit vollkommen entwickelten Kiemenbüscheln geschlechtsreif befunden worden.

1. Unterordnung. *Ichthyoidea* [1]*), Kiemenlurche.* Mit drei Paaren von äusseren Kiemen oder ohne dieselben, jedoch mit persistirendem Kiemenloche, mit biconcaven Fischwirbeln und wohl erhaltener Chorda, ohne Augenlider.

Die Kiemenlurche vertreten unter den Schwanzlurchen sowohl hinsichtlich der Respiration als der Skeletbildung und gesammten Organisation die tiefste Stufe und erweisen sich gewissermassen als persistente Entwick-

---

[1]) Rusconi-Configliachi, Del Proteo anguino di Laurenti monografia. Pavia 1818. Hyrtl, Cryptobranchus japonicus. Wien 1865.

lungszustände der Salamandrinen. Die Augen sind klein und von der durchsichtigen Körperhaut überzogen. Die Gaumenzähne stehen den Bürstenzähnen der Fische ähnlich in Reihen angeordnet *(Siren)* oder bilden am Vorderrande der Gaumenbeine einen gekrümmten Bogen. Auch die Extremitäten bleiben schwach und verkümmert, die vorderen enden mit drei oder vier, die hinteren mit zwei bis fünf gegliederten Zehen; indessen können die Zehen stummelförmig bleiben und einer deutlichen Gliederung entbehren. Unter den tertiären Resten dieser Gruppe ist besonders der riesige, als Homo diluvii testis berühmt gewordene *Andrias Scheuchzeri* bemerkenswerth.

a) Perennibranchiata. Mit persistirenden Kiemen, meist ohne Oberkieferknochen. Vomer und Gaumenbein mit Reihen von Zähnen.

Fam. *Sirenidae,* Armmolche. Mit aalartig gestrecktem Körper und stummelförmigen Vorderbeinen, ohne Hintergliedmassen. *Siren lacertina* L., Armmolch, Südcarolina.

Fam. *Proteidae,* Olme. Von langgestreckter cylindrischer Körperform, mit kurzen dreizehigen Vorderbeinen und weit nach hinten gerückten zweizehigen Hinterbeinen. Nur zwei Kiemenspalten jederseits. *Proteus anguineus* Laur., Olm, fleischfarbig, in unterirdischen Gewässern Krains und Dalmatiens.

Fam. *Menobranchidae.* Körper langgestreckt, mit ziemlich breitem Kopf und vierzehigen Extremitäten. Es erhalten sich jederseits vier Kiemenspalten. *Menobranchus lateralis*

Fig. 793.



Menobranchus lateralis (règne animal).

Say, Mississippi (Fig. 793). Soll zu der Gattung *Batrachoseps* Bonap. in demselben Verhältnisse stehen wie *Siredon* zu *Amblystoma* Cope. *Siredon pisciformis* Shaw. und *maculatus* Baird., Axolotl. Aus den einzeln oder haufenweise im Wasser abgesetzten Eiern schlüpfen Larven von 14 bis 16 Mm. Länge, noch ohne Extremitäten, mit drei Paar Kiemen. Diese verlieren unter geeigneten Bedingungen während der weiteren Entwicklung nach den neuerdings mehrfach bestätigten Beobachtungen Duméril's Kiemenbüschel, Rücken- und Schwanzkamm und gehen in die *Ablystoma*form (zweite Geschlechtsform) über.

b) Derotrema. Ohne Kiemenbüschel, meist mit einem Kiemenloche an jeder Seite des Halses, mit Oberkieferknochen und meist einreihig gestellten Gaumenzähnen.

Fam. *Amphiumidae,* Aalmolche. Von aalförmig gestreckter Gestalt, mit kurzen, weit auseinander gerückten Extremitäten. *Amphiuma* L., *A. tridactylum* Cuv. *A. means* L., mit nur zwei Zehen, Florida.

Fam. *Menopomidae.* Von molchförmigem Habitus, mit vier Vorderzehen und fünf Hinterzehen. *Menopoma alleghaniense* Harl., Pennsylvanien und Virginien. *Cryptobranchus japonicus* v. d. Hoev., ohne Kiemenloch, mehr als 3 Fuss lang, Japan.

2. Unterordnung. *Salamandrina* [1]), *Molche.* Ohne Kiemen und Kiemenloch, mit klappenförmigen Augenlidern und opisthocoelen Wirbeln.

---

[1]) Rusconi, Amours des Salamandres aquatiques. Milano 1821. Derselbe, Histoire naturelle, développement et métamorphose de la Salamandre terrestre. Pavie 1854. v. Sie-

Der mehr oder minder eidechsenartig geformte Körper entbehrt im ausgebildeten Zustande äusserer Kiemen oder Kiemenspalten und besitzt stets vordere und hintere Extremitäten, von denen die ersteren meist mit vier, die hinteren meist mit fünf Zehen enden. Ueberall finden sich wohlentwickelte Augenlider. Die Gaumenzähne bilden zwei mitunter in der Mittellinie am Hinterrande der Ossa palatina vereinigte Streifen. Die feuchte, schlüpfrige Haut erhält durch den Reichthum an Drüsen, welche einen scharfen und ätzenden milchweissen Saft secerniren, eine mehr oder minder unebene warzige Beschaffenheit. Zuweilen häufen sich diese Drüsen besonders in der Ohrgegend an.

Die Wassersalamander legen befruchtete Eier an Pflanzen, aus denen die Larven mit Kiemen, aber noch ohne Extremitäten ausschlüpfen; die Erdsalamander dagegen setzen in's Wasser lebendige Junge ab, welche ihre Metamorphose im Uterus des weiblichen Körpers mehr oder minder vollständig durchlaufen haben. Während der gefleckte Erdsalamander 30—40 vierbeinige Larven von 12—15 Mm. Länge mit äusseren Kiemenbüscheln zur Welt bringt, setzt der schwarze Erdsalamander der höheren Alpenregion nur ein vollkommen ausgebildetes Junges ab; im letzteren Falle gelangt von den zahlreichen Eiern, welche in die beiden Fruchtbehälter eintreten, jederseits nur das unterste zur Entwicklung des Embryos, der sich dann von dem Material der übrigen, zu einer gemeinschaftlichen Masse zusammenfliessenden Eier ernährt und im Uterus sämmtliche Entwicklungsstadien zu durchlaufen im Stande ist.

Fam. *Tritonidae*, Wassersalamander. Von schlanker Körperform, mit seitlich comprimirtem Ruderschwanz. *Triton cristatus* Laur., grosser Wassermolch. *Tr. alpestris* Laur. (*igneus* Bechst.), Bergsalamander. *Tr. taeniatus* Schn., kleiner Wassersalamander.

Fam. *Salamandridae*, Landsalamander. Körperform plump, mit drehrundem Schwanz. *Salamandra maculosa* Laur., der gefleckte Erdsalamander, fast über ganz Europa bis Nordafrika verbreitet. *S. atra* Laur., der schwarze Erdsalamander, im Hochgebirge Süddeutschlands, Frankreichs und der Schweiz. *Salamandrina perspicillata* Say., Italien und Dalmatien. *Pleurodeles* Mich. Die Längsreihen der Gaumenzähne in gerader Linie, nicht nach hinten divergirend. *Pl. Waltlii* Mich., Spanien. *Spelerpes fuscus* Bonap., Italien.

3. Ordnung. **Batrachia** [1]), **Frösche, schwanzlose Lurche.**

Nackthäutige Lurche von gedrungener Körperform, ohne Schwanz, mit procoelen Wirbeln, verlängerten, oft zum Springen tauglichen Hinterbeinen, mit Augenlidern, sowie meist mit Paukenhöhle und Trommelfell.

bold, Ueber das Receptaculum seminis der weiblichen Urodelen. Zeitschr. für wiss. Zool., 1858. Fr. Leydig, Ueber die Molche der württembergischen Fauna. Arch. für Naturgesch., 1867. R. Wiedersheim, Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus etc. Genua 1875.

[1]) Rösel von Rosenhof, Historia naturalis ranarum nostratium. Nürnberg 1758. Daudin, Histoire naturelle des Rainettes, des Grenouilles et des Crapauds. Paris 1802. Rusconi, Développement de la grenouille commune. Milano 1826. C. Bruch, Beiträge zur Naturgeschichte und Classification der nackten Amphibien. Würzb. naturw. Zeitschr., 1862. Derselbe, Neue Beobachtungen zur Naturgeschichte der einheimischen Batrachier, Ebendas., 1863. A. Ecker, Die Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864—1882. Fr. Leydig, Die anuren Batrachier der deutschen Fauna. Bonn 1873.

Der Körper kurz und gedrungen, schwanzlos. Am Kopfe sind bemerkenswerth die weite Rachenspalte, sowie die grossen Augen mit meist goldglänzender Iris und wohlentwickelten Lidern, von denen das untere durchsichtige als Nickhaut vollständig über den Bulbus emporgezogen werden kann. Die Nasenlöcher liegen weit vorne an der Schnauzenspitze und sind durch häutige Klappen verschliessbar. Das Gehörorgan besitzt meist eine Paukenhöhle, welche mittelst kurzer Eustachischer Tube mit der Rachenhöhle communicirt und an der äusseren Fläche von einem umfangreichen, bald freiliegenden, bald unter der Haut verborgenen Trommelfell bedeckt wird. Nur wenige Batrachier sind zahnlos *(Pipa, Bufo)*, in der Regel finden sich kleine Hakenzähne in einfacher Reihe wenigstens am Vomer, bei den Fröschen und Pelobatiden auch am Oberkiefer und Zwischenkiefer. Die Zunge wird nur in einer kleinen Gruppe exotischer Formen vermisst, gewöhnlich ist dieselbe zwischen den Aesten des Unterkiefers in der Art befestigt, dass ihr hinterer Abschnitt frei bleibt und als Fangapparat aus dem weiten Rachen hervorgeklappt werden kann (Fig. 785).

Am Skelet fehlen in der Regel Rippen, dagegen erlangen die Querfortsätze der Rumpfwirbel eine bedeutende Länge. Schultergerüst und Beckengürtel sind überall vorhanden, ersteres durch die feste Verbindung mit dem Brustbein, letzteres durch die stielförmige Verlängerung der Hüftbeine ausgezeichnet. Das Zungenbein erfährt eine wesentliche Vereinfachung seiner Theile, indem sich die Kiemenbögen jederseits auf ein einziges hinteres Horn des von grossen Vorderhörnern getragenen Zungenbeinkörpers reduciren.

In der meist nackten, bei einzelnen Formen theilweise beschilderten Haut häufen sich an manchen Stellen, besonders in der Ohrgegend, Drüsen mit milchigem scharfen Secrete an und bilden dort mächtig vortretende Drüsenwülste *(Parotiden)*. Auch kommen Drüsenanhäufungen an den Unterschenkeln *(Bufo calamita)* und an den Seiten des Leibes vor.

Die Fortpflanzung fällt in die Zeit des Frühjahres. Die Begattung bleibt eine äussere Vereinigung beider Geschlechter und geschieht fast durchgehends im Wasser. Das Männchen, zuweilen durch eine Daumenwarze *(Rana)* oder Drüse am Oberarm *(Pelobates)* ausgezeichnet, umfasst das Weibchen vom Rücken aus, meist hinter den Vorderbeinen, und ergiesst die Samenflüssigkeit über den in Schnüren oder klumpenweise austretenden Laich. Die einzelnen Eidotter sind von einer zähen, im Wasser aufquellenden Gallertschicht umgeben. Der Dotter zeigt an seiner nach oben gewendeten Hälfte eine dunklere Färbung. An diesem Abschnitte beginnt der Klüftungsprocess, und die zur Bildung der Furchungskugeln führenden Einschnürungen schreiten hier rascher als am hellen Pole vor (Fig. 143). Mit dem Ablauf der Furchung entwickelt sich innerhalb der gebildeten Zellenmasse eine Höhle, welche der oberen Hälfte näher liegt als der specifisch schwereren unteren. An der ersteren entsteht der Keim mit Rückenrinne und Rückenwülsten und umwächst rasch und noch vor Schluss der Rückenwülste zum

Medullarrohr den Dotter. Nach Entwicklung der Kiemenbögen, noch bevor die Mundöffnung zum Durchbruch gelangt ist, verlassen die kurzgeschwänzten Embryonen als Kaulquappen, je nach den einzelnen Arten verschieden ausgebildet, ihre Eihüllen und legen sich mittelst einer hufeisenförmigen, später in zwei rundliche Sauggruben sich umgestalteten Haftscheibe, die ähnlich auch an der Kehle der Tritonenlarven — hier freilich als gestielte Haftorgane — auftritt, an die gallertigen Reste des Laiches fest. Die Larven der meisten Arten verlassen die Eihüllen mit mehr oder minder entwickelten Anlagen von drei äusseren, geweihartig sich verästelnden Kiemenpaaren (Fig. 150). Allmälig streckt sich der Leib und bildet den flossenartigen Schwanz aus. Später beginnt die selbständige Nahrungsaufnahme. Bald nachher verschwinden die äusseren Kiemenanhänge, während eine beiden Seiten gemeinsame Hautfalte nach Art eines Kiemendeckels die Kiemenspalten überwächst und sich bis auf eine linksseitige Oeffnung schliesst, durch welche das Wasser aus den Kiemenräumen abfliesst (Fig. 791). Während dieser Vorgänge haben sich neue Kiemenblättchen in doppelten Reihen an jedem der drei Kiemenbogen und am vierten Kiemenbogen entwickelt. Die Mundöffnung ist von einem Hornschnabel bekleidet, welcher zum Benagen von Pflanzenstoffen, aber auch animalischen Substanzen benutzt wird. Der Darmcanal hat unter vielfachen Windungen eine bedeutende Länge gewonnen, und Lungen sind in Form von länglichen Säckchen am Schlunde hervorgewachsen. Mit fortschreitender Entwicklung brechen an dem Leibe der Kaulquappe dicht an der Grenze des stark entwickelten Ruderschwanzes zuerst die hinteren Extremitäten hervor, der Kiemenapparat tritt mit dem Fortschritte der Lungenathmung mehr und mehr zurück, und es folgt eine Häutung, mit der nicht nur der Verlust der inneren Kiemenblättchen, sondern auch das Hervorbrechen der bereits längst in die Kiemenhöhle vorgewachsenen (Fig. 791), unter der Haut verborgenen Vordergliedmassen verbunden ist. Nun fällt auch der Hornschnabel ab, die bisher unter der Haut verborgenen Augen treten frei und in ansehnlicher Grösse hervor, das ausschliesslich Luft athmende Thier ist zu einem vierbeinigen Frosch geworden, der nur noch den Ruderschwanz zurückzubilden hat, um seine definitive Gestalt zu erhalten und als Landthier tauglich zu sein (Fig. 151).

Die Batrachier sind zum Theil (Kröten und Laubfrösche) echte Landthiere, die besonders dunkle und feuchte Schlupfwinkel lieben, zum Theil in gleichem Masse auf Wasser und Land angewiesen. Im letzten Falle sind die fünf Zehen der Hinterfüsse ohne oder nur mit unvollständiger Bindehaut, jedenfalls nur ausnahmsweise *(Pelobates)* mit einer ganzen Schwimmhaut versehen, im ersteren dagegen zeigen die Hinterfüsse in der Regel ganze Schwimmhäute. An denselben ist ein mehr oder minder deutliches Rudiment einer sechsten (Praehallux) Zehe vorhanden. Erstere suchen das Wasser meist nur zur Laichzeit auf, kriechen, laufen und hüpfen auf dem Lande oder graben sich Gänge und Höhlungen in der Erde *(Pelobates, Alytes),*

oder sind durch Haftscheiben an den Spitzen der Zehen befähigt, auf Gesträuche und Bäume zu klettern *(Dendrobates, Hyla).*

1. Unterordnung. *Aglossa.* Trommelfell nicht freiliegend. Die Augen nach vorne in die Nähe des Mundwinkels gerückt. Hinterfüsse mit ganzen Schwimmhäuten. Leben in heissen Gegenden besonders der neuen Welt.

Fam. *Pipidae.* Körper Kröten-ähnlich, flach, mit zahnlosen Kiefern und Gaumen. *Pipa dorsigera* Schn., Wabenkröte, Surinam.

Fam. *Dactylethridae.* Körper von mehr Frosch-ähnlichem Habitus, mit Zähnen am Oberkiefer und Zwischenkiefer. *Xenopus (Dactylethra) capensis* Cuv., Krallenfrosch, Cap. (Fig. 794).

2. Unterordnung. *Oxydactylia.* Batrachier mit frei beweglicher Zunge und spitzen Fingern und Zehen.

Fam. *Ranidae,* Wasserfrösche. Mit langen, zum Sprunge befähigten Hinterbeinen, deren Zehen meist durch ganze Schwimmhäute verbunden sind. Im Oberkiefer, Zwischenkiefer und meist auch am Vomer finden sich kleine Hakenzähne. *Rana esculenta* L. = *viridis* Rösel, der grüne Wasserfrosch, grün mit dunklen Flecken und gelben Längsbinden des Rückens. Die Schwimmhaut des Hinterfusses reicht bis zur Spitze der Endphalanx. Das Männchen mit zwei Schallblasen. Kommt Ende April aus seinen Verstecken und laicht erst Ende Mai oder Anfangs Juni. Am Ufer stehender Gewässer. *R. fusca* Rösel = *R. temporaria* L. = *R. platyrhinus* Sundev., der braune Grasfrosch, mit dunklen Flecken in der Schläfengegend und minder umfangreicher Schwimmhaut, erscheint sehr früh und begattet sich schon im März, bleibt aber nur zur Laichzeit im Wasser und sucht später Wiesen und Felder auf. *R. oxyrhinus* Steenstr. = *R. arvalis* Nils., Feldfrosch, klein, ohne Schallblasen, mit bläulichem Hochzeitskleid im männlichen Geschlecht, im Norden Europas. *R. agilis* Thom., im südlichen Europa. *R. mugiens* Daud., Ochsenfrosch, Nordamerika.

Fig. 794.



Dactylethra capensis.

Fam. *Pelobatidae,* Erdfrösche, Krötenfrösche. Mit mehr oder minder warziger, rauher und drüsenreicher Körperbedeckung und plumper, krötenartiger Form, aber mit bezahnten Oberkiefern. *Alytes obstetricans* Laur., Fesselfrosch, Geburtshelferkröte (Fig. 789). *Pelobates fuscus* Laur., Krötenfrosch. *Bombinator igneus* Rös., Unke, Feuerkröte. *Pseudis paradoxa* L., Südamerika, ausgezeichnet durch die Grösse der Larven.

Fam. *Bufonidae,* Kröten. Von plumpem Körperbau, mit warziger, drüsenreicher Haut (Ohrdrüsen) und zahnlosen Kiefern. Die fünfzehigen Hinterfüsse sind nur wenig länger als die vorderen, daher entbehren die Thiere der leichten Sprungbewegung der Frösche, laufen aber oft recht hurtig. *Bufo vulgaris* Laur., die gemeine Kröte. *B. viridis* Laur. *(variabilis),* die grüne Kröte. *B. calamita* Laur., Kreuzkröte.

3. Unterordnung. *Discodactylia.* Batrachier mit Zunge und mit breiten Zehen, deren Spitzen in Haftscheiben auslaufen.

Fam. *Hylidae,* Laubfrösche. Mit Maxillarzähnen und ohne Parotiden. *Hyla arborea* L., Laubfrosch, Kosmopolit. *Notodelphys ovifera* Weinl., Mexico. Weibchen mit Bruttasche am hinteren Theil des Rückens. Larven mit glockenförmigen äusseren Kiemenblasen. Bei *Hylodes martinicenses* Tasch. verläuft die Metamorphose in der festen Eihaut. *Phyllomedusa bicolor* Bodd., Südamerika.

III. Classe. Reptilia[1]), Reptilien.

Beschuppte oder bepanzerte Kaltblüter mit ausschliesslicher Lungenathmung und doppelten, aber meist unvollkommen gesonderten Herzkammern, mit Amnion und Allantois der Embryonen.

Die Körperform wechselt weit mannigfaltiger als die der Amphibien, wiederholt jedoch im Allgemeinen die für diese beschriebenen Typen. Auch bei den Reptilien hat der Rumpf noch vorwiegende Bedeutung für die Locomotion, und zeigt demgemäss die Wirbelsäule eine mehr gleichmässige, zu Schlängelungen befähigende Gliederung. Der Leib erscheint mit Ausnahme der Schildkröten langgestreckt und mehr oder weniger cylindrisch, ist entweder ganz fusslos wie bei den Schlangen, oder mit zwei oder vier Extremitäten versehen, welche in der Regel nur als Stützen und Nachschieber des mit der Bauchfläche auf dem Boden dahingleitenden Körpers wirken. Bei einer solchen Art der Fortbewegung bleibt die Halsregion kurz, und wenn in grösserer Ausdehnung entwickelt, doch stets verhältnissmässig wenig beweglich, dagegen ist der Schwanz um so umfangreicher und beweglicher.

Die Körperhaut besitzt im Gegensatze zu der vorherrschend nackten und weichen Haut der Amphibien eine derbe, feste Beschaffenheit, sowohl in Folge von Ossificationen der Cutis, als von Verhornung der Epidermis. Jene können dachziegelförmig übereinandergreifende Knochenschilder bilden *(Scincoideen)*, oder zu grösseren Knochentafeln werden, welche zur Entstehung eines harten, mehr oder minder zusammenhängenden Hautpanzers Veranlassung geben *(Crocodile, Schildkröten)*. Allgemein treten in der Lederhaut, sowie in den tiefen Schichten der Epidermis Pigmente auf, welche die mannigfaltige Färbung der Haut bedingen, seltener einen wahren Farbenwechsel (grüne Baumschlangen, *Chamaeleon*) veranlassen. Auch sind Hautdrüsen bei Reptilien verbreitet. Insbesondere besitzen zahlreiche Eidechsen Drüsenreihen an der Innenseite des Oberschenkels und in der Nähe des Afters, welche sich mit grossen Poren zuweilen auf warzigen Erhebungen öffnen (Schenkelporen, Analporen). Auch bei den Crocodilen liegen grössere Drüsengruppen unter dem Hautpanzer, sowohl zu Seiten des Afters, als an den Seiten der Unterkieferäste.

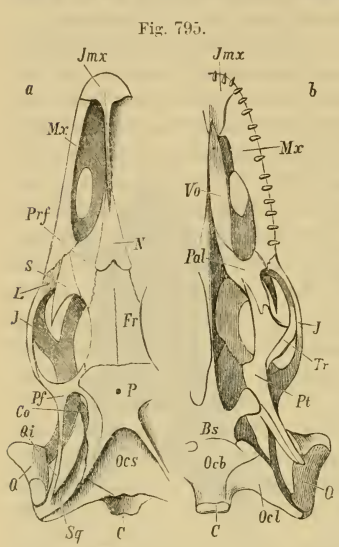
Das Skelet zeigt nur ausnahmsweise noch die embryonale Form einer knorpeligen Schädelbasis und persistirenden Chorda. An der Wirbelsäule treten die Regionen bestimmter als bei den Amphibien hervor, wenn auch Brust und Lendengegend noch keine scharfe Abgrenzung gestatten. *Am Halse wird der erste Wirbel zum Beuger, der zweite zum Dreher des Kopfes.* Während fossile Hydrosaurier und die *Ascalaboten* biconcave Wirbel besitzen, sind die stets knöchernen Wirbelkörper der übrigen Reptilien in der

---

[1]) Ausser Duméril et Bibron l. c. vergl. insbesondere J. G. Schneider, Historia Amphibiorum naturalis et litteraria. 1799—1801. A. Günther, The Reptiles of British India. London 1864. E. Schreiber, Herpetologia europaea. Braunschweig 1875.

Regel procoel. Rippenbildungen sind allgemein und oft über die ganze Länge des Rumpfes verbreitet. Bei den Schlangen und Schlangen-ähnlichen Echsen, welchen ein Brustbein fehlt, sind Rippen an allen Wirbeln des Rumpfes mit Ausnahme des ersten Halswirbels (Atlas) vorhanden und zum Ersatze der fehlenden Extremitäten zu überaus freien Bewegungen befähigt. Auch bei den Eidechsen und Crocodilen (Fig. 729) kommen kurze Halsrippen vor. Die Rippen der Brust legen sich mittelst besonderer Sternocostalstücke an ein *Sternum* an, auf welches bei den Crocodilen und *Hatteria* ein *Sternum abdominale* folgt, das über den Bauch bis in die Beckengegend sich erstreckt und aus einer Anzahl von Bauchrippen (ohne Dorsalstück) zusammengesetzt ist. Die in der Regel in zweifacher Zahl vorhandenen Kreuzbeinwirbel besitzen sehr umfangreiche Querfortsätze und Rippenstücke.

Fig. 795.



Schädel von *Monitor*, nach Gegenbaur. *a* Von oben, *b* von unten gesehen. *C* Condylus occipitalis, *Ocs* Occipitale superius, *Ocl* O. laterale, *Ocb* O. basale, *P* Parietale mit dem Parietal-Loch, *Fr* Frontale, *Pf* Postfrontale, *Prf* Praefrontale, *L* Lacrymale, *S* Supraorbitale (Supraciliare Cuvier), *N* Nasale, *Sq* Squamosum, *Q* Quadratum, *Qi* Quadratojugale, *J* Jugale, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Co* Columella, *Bs* Sphenoidale basale, *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Tr* Transversum.

Der Schädel (Fig. 795) *articulirt mittelst unpaaren, oft dreitheiligen Condylus des Hinterhauptbeines* auf dem Atlas und zeigt eine vollständige Verknöcherung fast aller seiner Theile, wobei das Primordialcranium beinahe vollständig verdrängt wird. Am Hinterhaupte treten sämmtliche vier Elemente als Knochen auf; doch kann sowohl das *Occipitale basale* (Schildkröten), als das *Occipitale superius* (Crocodile, Schlangen) von der Begrenzung des Foramen magnum ausgeschlossen sein. An der Ohrkapsel tritt zur *Fenestra ovalis* mit der Columella noch die *Fenestra rotunda* hinzu. An der Begrenzung des ovalen Fensters betheiligt sich das meist mit dem *Occipitale laterale* verschmelzende *Opisthoticum* (bei den Schildkröten gesondert). Dagegen liegt bei allen Reptilien ein gesondertes *Prooticum* (vorne am Rande mit der Oeffnung für den dritten Ast des Trigeminus) vor den Seitentheilen des Hinterhauptes. Das *Epioticum* ist mit dem Occipitale superius verschmolzen. Verschieden verhält sich die vordere Ausdehnung der Schädelkapsel und die Ausbildung des sphenoidalen Abschnittes. An der Basis des Schädels tritt an Stelle des Parasphenoideum ein *Sphenoidale basale (Basisphenoideum)* auf. *Alisphenoids* und *Orbitosphenoids* fehlen in der Regel und sind oft durch

Fortsätze des Stirn-Scheitelbeins (Schlangen) oder Scheitelbeins (Schildkröten) ersetzt. Im letzteren Falle und bei den Eidechsen besteht ein umfangreiches, häutiges Interorbitalseptum, welches auch Ossificationen enthalten kann. Die Schädeldachknochen sind immer sehr umfangreich, bald paarig, bald unpaar. Häufig nimmt das Stirnbein nicht mehr an der Ueberdachung der Schädelhöhle Theil und liegt nur dem Septum interorbitale auf. Der hinteren Seitenwand des Frontale schliessen sich in der Schläfengegend *Postfrontalia* an. In der Ethmoidalregion bleibt die mittlere Partie theilweise knorpelig und wird dorsalwärts von paarigen *Nasalia,* an der Basis von dem bei Schlangen und Eidechsen paarigen *Vomer* bedeckt. Stets sind von dem Mittelabschnitt die *Ethmoidalia lateralia (Praefrontalia)* getrennt. An der Aussenseite der letzteren treten, den Vorderrand der Orbita begrenzend, bei Eidechsen und Crocodilen Thränenbeine *(Lacrymalia)* (Fig. 795) auf.

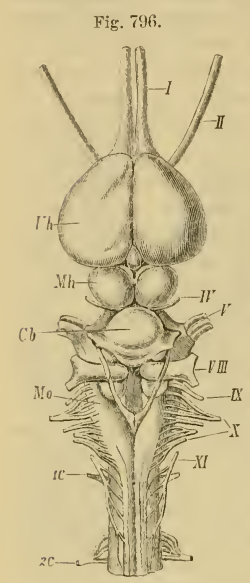
Das *Squamosum* ist direct dem Schädel aufgelagert und das *Quadratum* als starker Knochen ausgebildet. Die Verbindung desselben und des Kiefer-Gaumenapparates mit dem Schädel ist bei den Schildkröten und Crocodilen eine feste, bei den Schlangen und Echsen mehr oder minder frei beweglich. Im ersteren Falle sind nicht nur die grossen Flügel- und Gaumenbeine mit dem Keilbein durch Nähte verbunden, sondern es ist auch der Zusammenhang des Quadratbeins mit dem Oberkieferbogen durch das *Jugale* und *Quadratojugale* ein sehr fester. Ueberall entwickelt sich eine Querbrücke *(Os transversum)* zwischen Flügelbein und Oberkiefer, bei den Eidechsen und Crocodilen ein oberer Schläfenbogen, durch welchen jederseits das Squamosum mit dem hinteren Stirnbein verbunden wird. Bei den Eidechsen, deren Oberkiefer-Gaumenapparat und Quadratbein am Schädel mittelst Gelenkeinrichtungen verschiebbar sind *(Kionocrania),* reducirt sich der Jochbogen, dagegen tritt das *Os transversum* und meist auch ein stabförmiger Pfeiler *(Columella)* zwischen dem Flügelbein und Scheitelbein hinzu. Am vollständigsten aber ist die Verschiebbarkeit der Gesichtsknochen bei den Schlangen, welche des Jochbogens ganz entbehren, dagegen ein *Os transversum* besitzen. Auch gestatten hier die beiden Aeste des Unterkiefers, welcher sich wie bei allen Reptilien und niederen Wirbelthieren aus mehreren Stücken zusammensetzt, durch ein dehnbares Band am Kinnwinkel verbunden, eine bedeutende Ausdehnung nach den Seiten.

Das Visceralskelet ist zum Zungenbein reducirt, von dessen vorderem Bogen das oberste Element *(Hyomandibulare)* als Columella zum Gehörapparat tritt. Am meisten ist das Zungenbein der Schlangen rückgebildet, an welchem nur ein Bogen zurückbleibt. Die Saurier besitzen ein schmales Zungenbein mit zwei Paaren von Hörnern. Breit ist der Zungenbeinkörper der Crocodile und Schildkröten; jene besitzen nur hintere, die Schildkröten dagegen drei Paare theilweise gegliederter Hörner.

Extremitäten und deren Gürtel fehlen den meisten Schlangen vollständig, doch finden sich bei den *Peropoden* und *Tortriciden* in der After-

gegend Spuren von Hinterbeinen, welche freilich bis auf das Nagel-tragende Endglied ganz unter der Haut versteckt bleiben. Bei den Eidechsen zeigen die Extremitäten sehr verschiedene Stufen der Ausbildung; während Schulter- und Beckengürtel ausnahmslos, wenn auch zuweilen in sehr rudimentärer Form, vorhanden sind, können sowohl Vorder- als Hinterbeine vollkommen fehlen (Blindschleiche), oder nur die einen bei Ausschluss der anderen als kleine Stummel auftreten. In den meisten Fällen sind jedoch beide Extremitätenpaare vollständig ausgebildet und fünfzehig. Selten sind die Zehen durch Schwimmhäute verbunden *(Crocodile)* oder die Extremitäten zu platten Ruderflossen umgebildet (fossile *Hydrosaurier* und Seeschildkröten).

Fig. 796.



Gehirn des *Alligators*, von oben gesehen, nach Rabl-Rückhard. *Vh* Vorderhirn (Grosshirn-Hemisphären), *Mh* Mittelhirn (Corpora bigemina), *Cb* Cerebellum, *Mo* Medulla oblongata, *I* Olfactorius, *II* Opticus, *IV* Trochlearis, *V* Trigeminus, *VIII* Acusticus, *IX* Glossopharyngeus, *X* Vagus, *XI* Accessorius, *1c* erster Halsnerv, *2c* zweiter Halsnerv.

Das Nervensystem (Fig. 796) erhebt sich weit über das der Amphibien. Am Gehirn treten die Hemisphären durch ihre ansehnliche Grösse bedeutend hervor und beginnen das Mittelhirn zu bedecken. Das Cerebellum zeigt eine verschiedene, von den Schlangen an bis zu den Crocodilen fortschreitende Entwicklung und erinnert bei diesen durch den Gegensatz eines grösseren mittleren Abschnittes und kleiner seitlicher Anschwellungen an das kleine Gehirn der Vögel. Von den Gehirnnerven fällt der *N. facialis* nicht mehr in das Gebiet des *Trigeminus*, auch der *Glossopharyngeus* erscheint als selbständiger Nerv, der freilich mit dem *Vagus* mehrere Verbindungen eingeht; ebenso entspringt der *Accessorius Willisii* mit Ausnahme der Schlangen selbständig. Der *Hypoglossus* tritt in die Reihe der Hirnnerven.

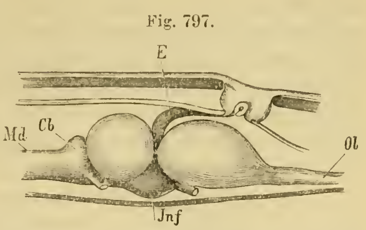
Die *Augen* entbehren bei den Schlangen, Geckonen und Amphisbaenen gesonderter Lider, werden hier aber von einer durchsichtigen, uhrglasartigen Kapsel geschützt, welche von der Cornea durch einen mit Thränenflüssigkeit gefüllten Raum getrennt ist. Sonst findet sich ein oberes und unteres Augenlid. Eine selbständige Nickhaut am inneren Augenwinkel ist stets von dem Auftreten einer besonderen Drüse *(Harder'sche Drüse)* begleitet. Eigenthümliche Falten der Chorioidea, welche dem Sichelfortsatze des Fischauges und im Vogelauge dem sog. Kamm entsprechen, finden sich im Auge der Eidechsen.

Man hat in neuerer Zeit auch noch ein medianes, als *Parietalauge* [1])

[1]) Spencer, On the Presence and Structure of the Pineal Eye in Lacertilia. Quarterl. Journ. of Micr. Sc. 1886. Fr. Leydig, Das Parietalauge der Amphibien und Reptilien.

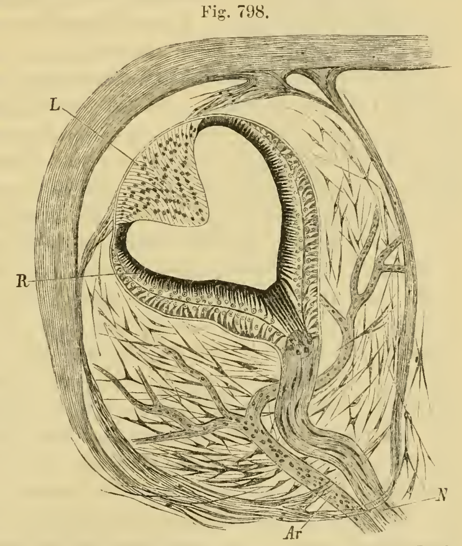
bezeichnetes Organ entdeckt, welches in der Scheitelgegend am Ende der Zirbel (Epiphyse) seine Lage hat (Fig. 797). Die kleine Grube, beziehungsweise Oeffnung der Schädeldecke, in welcher dasselbe hineingerückt erscheint, kennt man schon lange als *Foramen parietale* des Scheitelbeins. Bei den meisten Sauriern ist das Scheitelauge rudimentär, wie auch in anderen Fällen am Ende der Zirbel homologe Bildungen nachgewiesen sind: da, wo dasselbe besonders ausgebildet ist (*Hatteria, Iguana, Varanus*), stellt es eine Augenblase dar, deren Vorderwand linsenartig verdickt ist, während die becherförmige Seiten- und Hinterwand der Blase sich wie eine dicht pigmentirte, geschichtete Retina ausnimmt, an deren hinterem Ende der Nerv. nach Leydig ein bindegewebiger Strang, eintritt (Fig. 798). Wahrscheinlich war dieses Parietalorgan, wie wir es vorläufig am besten bezeichnen, bei alten fossilen Sauriern und ausgestorbenen Amphibien-Gattungen, deren Schädeldecke ein ansehnliches Parietalloch aufweist, mächtig entwickelt. Jedenfalls handelt es sich um eine phylogenetisch sehr alte Bildung, welche vielleicht (wie das *Medianauge* der Crustaceen) mit der fortschreitenden höheren Entwicklung des viel höher differenzirten paarigen Auges ihre ursprüngliche Bedeutung verlor und sich nur noch hier und da in Augen-ähnlichen Resten erhalten hat.

Fig. 797.



Gehirn und Parietalauge nebst Epiphyse von *Hatteria* nach Spencer. *Ol* Olfactorius, *Inf* Infundibulum, *E* Epiphyse mit dem Parietalauge in der Schädeldecke, *Cb* Cerebellum, *Md* Medulla oblongata.

Fig. 798.



Parietalauge von *Hatteria* nach Spencer. *N* Nerv (von Leydig als bindegewebiger Strang gedeutet), *R* Retina, *L* Linse, *Ar* Arterie mit ihren Verzweigungen.

Das *Gehörorgan* besitzt eine einfach schlauchförmige Schnecke und

Abh. Senckenb. nat. Ges. Frankfurt 1890. Derselbe, Zur Kenntniss der Zirbel und Parietalorgane. Ebend. 1896.

ein entsprechendes Fenster *(Fenestra rotunda)*. Eine Paukenhöhle mit *Eustachischer Tube* und Trommelfell fehlt nur den Schlangen, ferner *Hatteria*, sowie den fusslosen Echsen; hier liegt das *Operculum*, welches das ovale Fenster bedeckt, und die sich anschliessende *Columella* wie bei den Urodelen und Gymnophionen zwischen den Muskeln versteckt. Da, wo eine Paukenhöhle auftritt, legt sich die Columella mit ihrem knorpeligen Ende an das bei vielen Eidechsen noch unter der Haut verborgene Trommelfell an. Als erste Anlage eines äusseren Ohres kann man eine Hautklappe über dem Trommelfell der Crocodile betrachten.

Das *Geruchsorgan* der Reptilien zeigt vorzugsweise bei den Schildkröten und Crocodilen eine beträchtliche Vergrösserung der Schleimhautfläche, deren Falten durch knorpelige Muscheln gestützt werden. Die äusseren Nasenöffnungen sind bei den Wasserschlangen und Crocodilen durch Klappenvorrichtungen verschliessbar. Die Choanen münden bei den Crocodilen und Schildkröten weit hinten am Gaumentheil des Rachens. Bei den Schlangen und Sauriern kommt noch ein (Nasendrüse. Rathke) zwischen Conchen und Vomer eingebettetes Geruchsorgan vor (*Jacobson*'sches Organ, Leydig), dessen Nerv am Ende des Lobus olfactorius entspringt und sich becherförmig um eine Knorpelpapille ausbreitet.

Der *Geschmackssinn* scheint keineswegs stets an die Zunge geknüpft, da diese bei den Schlangen und zahlreichen Eidechsen zum Tasten dient und in anderen Fällen, z. B. beim Chamaeleon, als Fangorgan verwendet wird. Neuerdings wurden von Leydig[1]) bei Schlangen und Sauriern Sinnesbecher in der Mundhöhle entdeckt, bei den ersteren an papillenförmigen Hervorragungen, bei den letzteren in Grübchen gelegen.

Mit Ausnahme der Schildkröten, deren Kieferränder durch den Besitz einer schneidenden Hornbekleidung eine Art Schnabel bilden, finden sich in den Kiefern konische oder hakenförmige Fangzähne, welche die Beute festhalten, aber nicht zerkleinern können. In der Regel beschränken sich dieselben auf die Kiefer und erheben sich stets in einfacher Reihe, bald an dem oberen Rande *(Acrodonten)*, bald an einer äusseren, stark vortretenden Leiste der flachen Zahnrinne angewachsen *(Pleurodonten)*, selten, wie bei den Crocodilen, in besonderen Alveolen eingekeilt. Auch am Gaumen- und Flügelbein können Hakenzähne auftreten, welche dann häufig, wie z. B. bei den giftlosen Schlangen, eine innere Bogenreihe am Gaumengewölbe bilden. Bei den giftigen Schlangen treten bestimmte, von einer Furche oder einem Canale durchsetzte Zähne des Oberkiefers in nähere Beziehung zu den Ausführungsgängen von Giftdrüsen, deren Secret durch die Rinne des Furchenzahnes oder in den Canal des durchbohrten Giftzahnes beim Biss in die Wunde einfliesst. Speicheldrüsen finden sich bei den Schlangen und Eidechsen

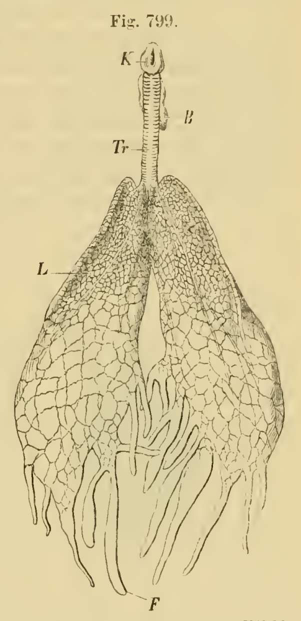
---

[1]) Fr. Leydig, Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen. Arch. für mikrosk. Anatomie. Bonn 1872.

sowohl in den Lippen, als am Unterkiefer, auch kann eine Sublingualis auftreten, deren Besitz für die Schildkröten gilt.

Die Speiseröhre erscheint bei bedeutender Länge in ausserordentlichem Grade erweiterungsfähig, ihre Wandung legt sich meist in Längsfalten zusammen und ist bei den Seeschildkröten mit grossen Zotten besetzt. Der Magen hält mit Ausnahme der Schildkröten, die ebenso wie die Frösche einen quergestellten Magen besitzen, meist noch die Längsrichtung des Körpers ein. Der Magen der Crocodile gleicht sowohl durch die rundliche Form, als durch die Stärke der Muskelwandung dem Vogelmagen. Der Dünndarm bildet nur wenig Windungen und bleibt verhältnissmässig kurz, nur bei den von Pflanzenstoffen lebenden Landschildkröten übertrifft der Darm die Körperlänge um das Sechs- bis Achtfache. Der breite Enddarm beginnt in der Regel mit einer ringförmigen Klappe, zuweilen auch mit einem Blinddarm und führt in die Kloake, welche mit runder Oeffnung oder wie bei den Schlangen und Eidechsen als Querspalte (daher *Plagiotremen*) unter der Schwanzwurzel mündet. Leber und Bauchspeicheldrüse werden niemals vermisst.

Fig. 799.

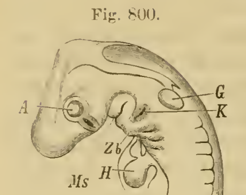


Die Lungen von *Chamaeleo africanus*. *K* Kehlkopf, *B* Kehlsack, *Tr* Luftröhre, *L* Lunge, *F* die maschenlosen Aussackungen derselben.

Die Reptilien athmen ausschliesslich durch Lungen, welche als geräumige Säcke mit maschigen Vorsprüngen der Wandung oder (Schildkröten und Crocodile) mit weiten schwammigen Hohlräumen erscheinen. Bei den Schlangen und schlangenartigen Eidechsen verkümmert die Lunge der linken Seite mehr oder minder, während die rechte Lunge eine um so bedeutendere Grösse erlangt. Auch entbehrt das hintere Ende derselben sowohl der zelligen Maschenräume als der respiratorischen Gefässe und stellt sich als ein Luftreservoir dar, welches während des langsamen Schlingactes die Athmung möglich macht. Bei den *Chamaeleonen* (Fig. 799) ist gleichfalls nur der vordere Theil der Lunge mit einem Maschennetz versehen, der hintere bildet zahlreiche Aussackungen, welche eines Maschennetzes entbehren. In diesen Aussackungen finden wir Einrichtungen, welche bei den Vögeln in besonders mächtiger Entfaltung auftreten. Die zuführenden Luftwege sondern sich stets in einen mit spaltförmiger Stimmritze beginnenden Kehlkopf und in eine lange, von knorpeligen oder knöchernen Ringen gestützte Luftröhre mit den Bronchien. Eine häutige oder knorpelige Epiglottis

findet sich bei zahlreichen Schildkröten, Schlangen und Eidechsen vor. Stimmeinrichtungen besitzen nur die Geckonen und Chamaeleoniden. Die für die Respiration erforderliche Lufterneuerung wird — die Schildkröten ausgenommen — wohl überall auch mit Hilfe der Rippen bewerkstelligt.

Fig. 800.



Kopf und Vorderkörper eines Embryo von *Emys europaea*, nach Rathke. *A* Auge, *G* Gehörbläschen, *Ms* Mund, von Unter- und Oberkiefer begrenzt, *Zb* Zungenbeinbogen. *K* die erste zwischen letzterem und dem Unterkieferbogen gelegene, zum Gehörgang werdende Kiemenspalte; auf dieselbe folgen drei weitere Spalten, *H* Herz.

Eine Kiemenathmung findet sich, von den Amphibien aufwärts, bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren nicht mehr. Indessen treten im Embryonalleben noch Kiemen- oder Visceralspalten auf (Fig. 800), welche später bis auf die erste, zwischen Mandibular- und Zungenbeinbogen gelegene, verloren gehen. Die erste, dem Spritzloch der Haie homologe Spalte tritt zum Gehörorgan in Beziehung und wird zur Eustachischen Röhre und Paukenhöhle, eine Fortsetzung des die erste Spalte begrenzenden Wulstes zum äusseren Gehörgang.

Fig. 801.

Herz mit den grossen Gefässstämmen von *Alligator lucius*, von vorne gesehen, zum Theil eröffnet, nach Gegenbaur. *D* Rechter Vorhof, *S* linker Vorhof, *O* Ostium venosum des rechten Vorhofes, *Ov* O. atrioventriculare, *Ba* Bulbus arteriosus, *C* Carotis primaria, *Sd*, *Ss* Subclaviae, *Ad* rechter Aortenbogen, *As* linker Aortenbogen, *P* Arteria pulmonalis, *V* Verbindung des linken Aortenbogens mit dem rechten, *M* Arteria mesenterica, *Pc* Verbindung des Herzens mit dem Pericard, *FP* Stelle des Foramen Pannizzae.

Die *Kreislaufsorgane* (Fig. 89, 90) führen in verschiedenen Abstufungen bis zur vollkommenen Duplicität des Herzens und zur Scheidung des arteriellen und venösen Blutes. Zunächst wird die Theilung des Herzens dadurch vollständiger, dass sich neben den beiden auch äusserlich abgesetzten Vorhöfen die Kammer in eine rechte und linke Abtheilung sondert. Die Scheidewand der Kammer bleibt bei den Schlangen, Eidechsen und Schildkröten durchbrochen, ist dagegen bei den Crocodilen vollständig und bewirkt die Scheidung in eine rechte und linke Kammer. Bei den Eidechsen und Schildkröten scheint der gemeinsame Arterienstamm äusserlich aus der rechten Kammerabtheilung zu entspringen, die Gefässcanäle, in welche er getheilt ist, stehen jedoch mit den beiden Kammern in Communication, indem die Lungenarterie und der linke Aortenbogen das Blut aus der rechten Kammerabtheilung, der rechte Aortenbogen aus der linken Kammerabtheilung empfängt. Bei den Crocodilen dagegen erhalten Lungenarterien und Aortenstämme einen gesonderten Ursprung

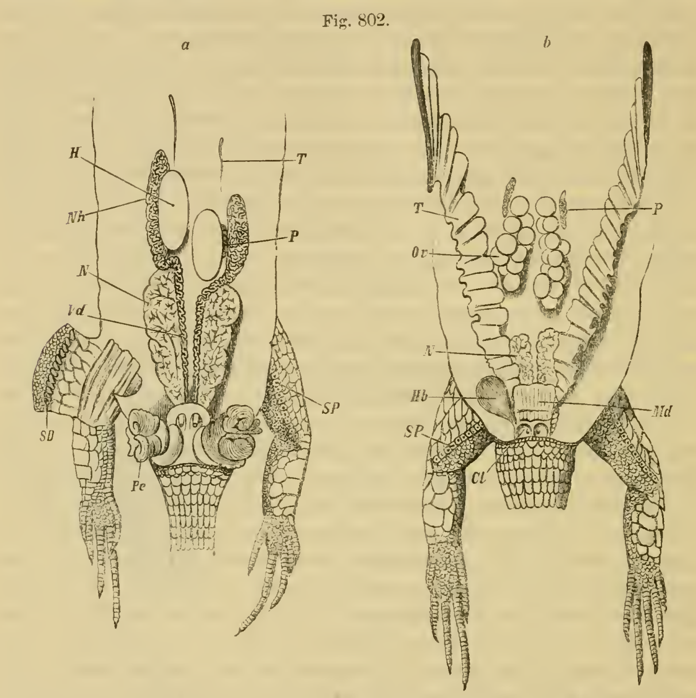
(Fig. 801). Die vom Herzen entspringenden Gefässe bilden nur während des Fötallebens die vollständige Zahl von Aortenbögen. Während ursprünglich, wie auch bei Vögeln und Säugethieren, sechs Paare von Gefässbögen vorhanden sind, welche, den Schlund umfassend, zur Bildung der beiden Aortenwurzeln zusammentreten, erleiden die meisten derselben unter Verlust ihrer Verbindungswege eine Rückbildung, so dass schliesslich jede Aortenwurzel aus zwei Gefässbögen *(Saurier)* entspringt, in der Regel jedoch als die Fortsetzung eines einzigen Aortenbogens erscheint. Bei den Schlangen und Eidechsen setzt sich der linke Arterienstamm ohne Abgabe von Gefässen in die linke Aortenwurzel fort, während der rechte grössere vor seiner Fortsetzung in die rechte Aortenwurzel einen gemeinsamen Stamm für die beiden Carotiden abgibt, an welchen (zahlreiche Eidechsen) sich ein Verbindungsgang mit der entsprechenden Aortenwurzel als zweiter perennirender Aortenbogen erhalten kann. Bei den Schildkröten ist es ebenfalls der rechte Arterienstamm, welcher die Carotiden und Subclaviae entsendet, während der linke die Eingeweidearterien abgibt. Da die Aortenwurzel des letzteren sehr eng ist, erscheint die Aorta vorzugsweise als Fortsetzung des rechten Aortenbogens. Aehnlich verhalten sich die Crocodile, bei denen der rechte Arterienstamm aus der linken hier vollkommen gesonderten Kammer entspringt und von dieser arterielles Blut erhält. Aber auch hier wird trotz der vollständigen Trennung des Herzens die Mischung des venösen und arteriellen Blutes nicht ganz vermieden, da eine Communication *(Foramen Panizzae)* zwischen linkem und rechtem Aortenbogen besteht. Im Falle einer unvollständigen Trennung beider Kammern scheint die Vermischung beider Blutsorten theilweise schon im Herzen stattzufinden, obwohl durch besondere Klappeneinrichtungen der Eingang in die Lungengefässe von den Ostien der Arterienstämme derart abgesperrt werden kann, dass das arterielle Blut vornehmlich in diese letzteren, das venöse in jene einströmt (Brücke). In den venösen Kreislauf schiebt sich wie bei den Amphibien neben dem Pfortadersystem der Leber ein zweites für die Niere ein. Indessen tritt das letztere bei den Schildkröten und Crocodilen mehr und mehr zurück. Das System der Lymphgefässe zeigt ausserordentlich zahlreiche und weite Lymphräume und verhält sich ähnlich wie bei den Amphibien. Contractile Lymphherzen wurden nur in der hinteren Körpergegend an der Grenze von Rumpf und Schwanz auf Querfortsätzen oder Rippen in paariger Anordnung nachgewiesen.

Die *Nieren* (Fig. 802) der Reptilien gehören wie die der Vögel und Säugethiere dem hinteren Rumpfabschnitt an und entsprechen dem Metanephros. An der Vorderwand der Kloake erhebt sich bei Eidechsen und Schildkröten eine Harnblase. Der Harn erscheint keineswegs überall in flüssiger Form, sondern oft als weissliche Harnsäure-haltige Masse von fester Consistenz.

Die *Geschlechtsorgane* (Fig. 802) verhalten sich ähnlich wie die der Vögel. Indem sich der bei den Amphibien noch als Harnorgan fungirende

vordere Abschnitt der Niere (Primordialniere nebst dem Wolff'schen Gang) zum Ausführungsapparat des Hodens (Nebenhoden und Samenleiter) umgestaltet und im weiblichen Geschlechte verschwindet oder selten als Rudiment (*Rosenmüller*'sches Organ, *Gartner*'scher Canal) persistirt, hier dagegen der *Müller*'sche Gang zum Eileiter wird, sind die morphologischen Gestaltungsverhältnisse für die Geschlechtsorgane der höheren Wirbelthiere erreicht. Eileiter sowohl als Samenleiter münden gesondert in die Kloake ein. Erstere

Fig. 802.



Urogenitalapparat von *Lacerta agilis,* nach einer Zeichnung von C. Heider. *a* Des Männchens. *N* Niere, *H* Hoden, *Nh* Nebenhoden (Epididymis), *Vd* Samenleiter (Vas deferens), *P* ein Rest der Urniere, *T* der Müller'sche Gang (rudimentär), *Pe* Penis, *SP* Schenkelporen, *SD* Schenkeldrüsen. *b* Des Weibchens. *Hb* Harnblase, *Md* Mastdarm (aufgeschnitten), *Cl* Kloake, *Ov* Ovarium, *T* der zum Eileiter entwickelte Müller'sche Gang.

beginnen mit weitem Ostium, verlaufen vielfach geschlängelt und besorgen überall die Abscheidung von kalkhaltigen, meist weichhäutig bleibenden Eischalen. Nicht selten verweilen die Eier in dem als Fruchtbehälter zu bezeichnenden Endabschnitt der Oviducte längere Zeit, zuweilen bis zum vollständigen Ablauf der Embryonalentwicklung. Im männlichen Geschlechte treffen wir überall äussere Begattungsorgane an, denen im weiblichen Geschlechte ganz ähnlich angelegte Rudimente *(Clitoris)* entsprechen. Bei den

Schlangen und Eidechsen *(Plagiotremen)* sind es zwei glatte oder bestachelte Hohlschläuche, welche in einem taschenartigen Hohlraum hinter der Kloake eingezogen liegen und hervorgestülpt werden können. Im Zustande der Vorstülpung erscheint ihre Oberfläche von einer Rinne durchsetzt, welche das Sperma von den Genitalöffnungen aus der Kloake fortleitet. Bei den Schildkröten und Crocodilen dagegen erhebt sich eine von fibrösen Körpern gestützte schwellbare Ruthe an der Vorderwand der Kloake. Auch diese Ruthe besitzt eine Rinne zur Aufnahme und Fortführung des Samens, kann aber nicht eingestülpt werden. Die Begattung führt stets zur Befruchtung der Eier im Innern des mütterlichen Körpers. Nur wenige Reptilien, wie z. B. unter den Schlangen die Kreuzotter und unter den Eidechsen die Blindschleiche, gebären lebendige Junge. Die meisten legen Eier und graben dieselben in feuchter Erde an gesicherten warmen Plätzen ein. Man hat auch eine Art Brutpflege bei den Riesenschlangen beobachtet, welche ihren Leib über den abgesetzten Eiern zusammenrollen und der sich entwickelnden Brut Wärme und Schutz gewähren.

Die Entwicklungsgeschichte [1]) der Reptilien schliesst sich eng an die der Vögel an. Der verhältnissmässig grosse Dotter, innerhalb der Schale noch von einer Eiweissschicht umgeben, erleidet nach der Befruchtung eine partielle Furchung, welche zur Anlage eines scheibenförmigen Keimes mit den Rückenwülsten und der Rückenrinne führt. Bevor noch die Rückenwülste geschlossen sind, macht sich an dem erweiterten, die Kopfanlage bezeichnenden Abschnitt der Rückenfurche eine Knickung bemerkbar, welche die Entstehung der Kopfbeuge, einer ausschliesslich den höheren Wirbelthieren zukommenden Bildung, veranlasst. Der anfangs dem Dotter flach aufliegende Embryo setzt sich allmälig schärfer von dem Dotter ab, indem die Bauchwandungen des kahnförmigen Leibes bis auf eine Oeffnung (Nabel) zusammenwachsen und so der centrale, als flache Rinne angelegte Darm zu einem Rohre wird, dessen Zusammenhang mit dem abgeschnürten Dotter an Stelle jener Oeffnung durch einen engen Gang erhalten bleibt. Charakteristisch ist das Auftreten einer den Embryo umschliessenden Haut, der *Schafhaut* oder des *Amnion* (Fig. 803). Es erhebt sich nämlich die Wandung des Keimes am vorderen und hinteren Ende des Embryos und bildet zwei das Kopf- und Schwanzende überdeckende Falten. Dieselben verwachsen über dem Körper des Embryos, und das innere Blatt dieser Falte liefert einen geschlossenen, mit Flüssigkeit erfüllten Sack, das Amnion; die äussere den Embryo einschliessende Zellschichte wird als seröse Hülle *(Serosa)* bezeichnet. Ein anderes, ebenfalls für die höheren Wirbelthiere charakteri-

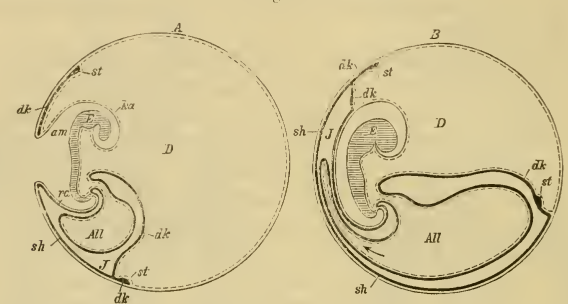
---

[1]) C. E. v. Baer, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. II. Königsberg 1837. H. Rathke, Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839. Derselbe, Ueber die Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig 1848. Derselbe, Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. Braunschweig 1866. L. Agassiz, Embryology of the Turtle. Contributions of the nat. hist. etc., II. Boston 1857.

stisches Organ ist die *Allantois,* welche am hinteren Körperende als bläschenförmige Ausstülpung der ventralen Seite der Darmwand entsteht und zu einem ansehnlichen Sacke auswächst (Fig. 803). Die Wandungen dieses mit einer Flüssigkeit gefüllten Sackes sind im Gegensatze zu der vollkommen gefässlosen Schafhaut ausserordentlich reich an Gefässen und repräsentiren ein embryonales Athmungsorgan, welches bei der langen Dauer und den complicirten Entwicklungsvorgängen des Embryonallebens von hoher Bedeutung ist. Mit dem Auftreten der Allantois steht nicht nur der Ausfall der Kiemenathmung, sondern die vollkommenere Organisation des ausschlüpfenden Jungen, der Ausfall einer Metamorphose im Zusammenhang.

Einige Schlangen und Eidechsen reichen weit bis in den Norden hinauf, während die Crocodile auf die heisse Zone beschränkt sind und Schildkröten nur in vereinzelten Beispielen der gemässigten Zone angehören. Die Reptilien

Fig. 803.



$^2/_3$ Reduction. Ideale Längsschnitte durch die Keimblase der Amnioten nach Fleischmann. *A* Jungeres, *B* älteres Stadium. Schwache Linie Ektoderm. Dicke Linie Mesoderm. Gestrichelte Linie Entoderm. *E* Körper des Embryos, *D* Dotter, *ka, ra* vordere, hintere Amnionfalte, *J* Exembryonale Leibeshöhle, *dk* Gefässnetz der Splanchnopleura auf dem Dottersacke, *st* das Randgefäss desselben, *sh* Chorion, *am* Amniongrube, *All* Allantois.

der kalten und gemässigten Gegenden verfallen in eine Art Winterschlaf, wie andererseits auch in den heissen Klimaten ein Sommerschlaf vorkommt, der mit dem Eintritt der Regenzeit sein Ende erreicht.

Die meisten Reptilien haben ein überaus zähes Leben, können geraume Zeit ohne Nahrung bei beschränkter Respiration existiren und sind, obgleich in geringerem Grade als die Amphibien, zur Reproduction verstümmelter oder verloren gegangener Körpertheile befähigt.

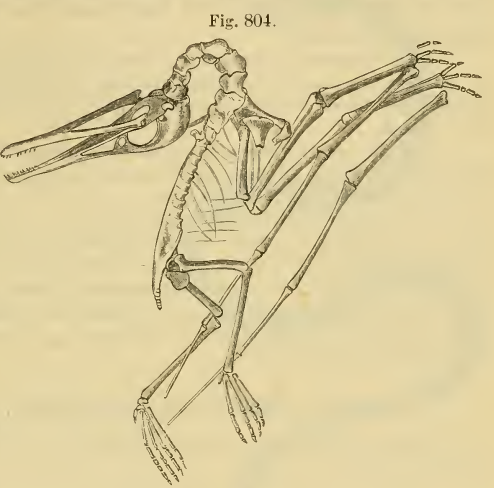
Die ältesten fossilen Reste von Reptilien gehören dem Perm an. Aus diesem wie aus der Trias sind eine Reihe von Formen bekannt geworden, die man der Stammgruppe zahlreicher Sauroptiden-Gruppen zugehörig betrachtet und als *Proganosauria* bezeichnet hat. *Proterosaurus Speneri. Palaeohatteria. Kadaliosaurus.* Denselben verwandt sind die *Rhynchocephalia*, welche im Trias beginnen, sich im Jura reicher entfalten und in der Gattung

Hatteria[1]) bis in die Gegenwart erhalten. Von denselben sind vielleicht die *Plagiotremen* abzuleiten. Eine grosse Mannigfaltigkeit von Sauriergruppen hat die Secundärzeit, namentlich das Zeitalter der Trias und des Jura, aufzuweisen, welche von einer grossen Zahl gegenwärtig ausgestorbener Typen belebt war.

Als besondere Unterclasse sind die mesozoischen *Dinosauria* zu betrachten. zum Theil colossale Landbewohner des Jura, Wealden und der unteren Kreide, welche ihrem Baue nach mehrfach an Säugethiere, insbesondere an Pachydermen erinnern und in ihren herbivoren Gliedern *(Ornithopoden)* genetische Beziehungen zu den Ratiten zu bieten scheinen.

Marsh unterscheidet als Ordnungen 1. *Sauropoda,* welche in nächster Verwandtschaft zu den Crocodiliern stehen (*Atlantosaurus, Diplocodus* etc.), 2. *Stegosauria*, 3. *Ornithopoda (Iguanodon)*, in denen G. Baur die Ahnen der Ratiten nachzuweisen sucht, 4. *Theropoda,* welche Fleischfresser waren und in die Familien der *Megalosauriden*, *Ceratosauriden*, *Labrosauriden*, *Zanclodontiden (Zanclodon)*, *Amphisauriden* getheilt werden.

Fig. 804.



Pterodactylus elegans, nach Zittel.

Die Ordnung der *Ornithopoden,* mit welcher die *Ornithosceliden* Huxley's theilweise zusammenfallen, zeigte im Körperbau, insbesondere in der Gestaltung des Beckens Eigenthümlichkeiten, welche auf die Organisation der Vögel hinweisen. Durch die präacetabulare Ausdehnung des *Os ilium* und durch die abwärts gerichteten langgestreckten Sitz- und Schambeinknochen ausgezeichnet, besassen diese Saurier wenigstens in der die jurassische Gattung *Compsognathus* fassenden Abtheilung sehr lange Cervicalwirbelkörper, einen fast vogelähnlichen Kopf, einen sehr langen Hals und kurze vordere, dagegen sehr lange hintere Rippen. Auch war das Sprungbein wie bei den Vögeln mit der langen Tibia verschmolzen.

[1]) Die noch lebende Gattung *Hatteria (Sphenodon)* gehört der Fauna Neuseelands an und ist hier bislang nur in einer Art *H. punctata* Gray bekannt geworden. Für die *Rhynchocephalen* ist charakteristisch: das unbeweglich mit dem Schädel verbundene Quadratbein, der Besitz amphicoeler Wirbel, der Mangel einer Paukenhöhle und von Copulationsorganen.

Die *Pterosaurier* oder *Pterodactylier,* ebenfalls vornehmlich aus der jurassischen Zeit, waren fliegende Saurier. Von den Fingern der Hand war der äussere säbelförmig verlängert und von bedeutender Stärke; wahrscheinlich war von demselben die Flughaut getragen, welche zum Flattern oder gar zum Fluge befähigte (Fig. 804). *Rhamphorhynchus Gemmingii* H. v. M., lithographischer Schiefer. *Pterodactylus longirostris* Cuv., Jura.

Ebenfalls der Secundärzeit gehörten die *Hydrosaurier* an. Reptilien mit nackter lederartiger Haut, biconcaven Wirbeln und Ruderflossen. Die Ueberreste dieser colossalen Meeresbewohner lassen diese Thiere als die gewaltigsten Beherrscher der Meere jener Zeiten erscheinen. Bei einer sehr bedeutenden Körperlänge besassen dieselben eine meist langgestreckte platte Schnauze mit zahlreichen kegelförmigen Fangzähnen, einen sehr langen beweglichen Rumpf und wie die Walthiere flossenförmige Extremitäten.

Fam. *Nothosaurii* (*Sauropterygii* Owen). Mit langgestreckten Oberkieferknochen, die bis zur Spitze des sehr langen Schnabels reichen, ohne obere Schläfenbogen, mit einfachen kegelförmigen Zähnen. Gehören der Trias an. *Nothosaurus mirabilis* Münst., *Simosaurus* H. v. M. u. a.

Fam. *Plesiosaurii* (*Sauropterygii* Owen), Schlangendrachen. Mit langem, schlangenförmigem Hals, kurzem Kopf und Schwanz, und langgestreckten Ruderflossen. Lebten im Jura und in der Kreide. *Plesiosaurus* Conyb., *Pliosaurus* Owen.

Fam. *Ichthyosaurii* (*Ichthyopterygii* Owen), Fischdrachen. Mit sehr kurzem Hals, dickem, langgestrecktem Rumpf, kurzen Ruderflossen und langem, wahrscheinlich von einer Flosse umsänmtem Schwanze. Die schnabelartig verlängerte zugespitzte Schnauze wird vorzugsweise von den Knochen des Zwischenkiefers gebildet. Die Zähne zeigen eine gestreifte und gefaltete Oberfläche und stehen dichtgedrängt nebeneinander. Gehören vorzugsweise dem Jura, in seltenen Resten noch der Kreide an. *Ichthyosaurus* König, *I. communis* Beche, *Sauranodon* Marsh.

1. Unterclasse. **Plagiotremata (Lepidosauria), Schuppensaurier.**

Reptilien mit Schuppen und Schildern der Haut, mit querer Afterspalte und doppeltem Penis.

1. Ordnung. **Saurii**[1], **Eidechsen.**

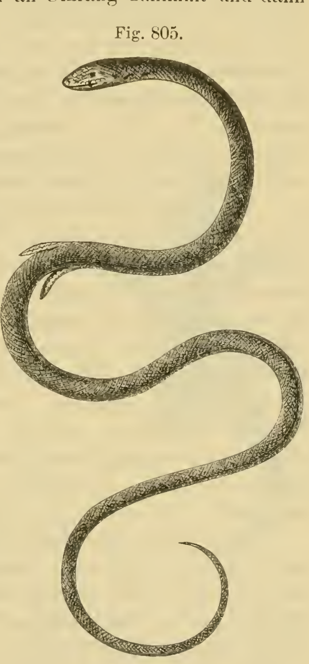
Plagiotremen mit Schultergürtel und mit Brustbein, meist mit Paukenhöhle und beweglichen Augenlidern, ohne Erweiterungsfähigkeit des Rachens, mit Harnblase.

Die Eidechsen besitzen durchweg eine langgestreckte, zuweilen schlangenähnliche Gestalt. In der Regel finden sich vier Extremitäten, die indessen den Rumpf kaum emporgehoben tragen und bei der Bewegung meist als Nachschieber wirken, übrigens auch zum Anklammern *(Chamaeleon),* Klettern

[1]) Tiedemann, Anatomie und Naturgeschichte der Drachen. Nürnberg 1811. J. E. Gray, Catalogue of the specimens of Lizards in the Collection of the British Museum. London 1845. Fr. Leydig, Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. Tübingen 1872.

(Geckonen) und Graben benutzt werden können und gewöhnlich mit fünf bekrallten Zehen enden. Zuweilen bleiben dieselben so kurz, dass sie dem schlangenähnlichen Körper als Stummel anliegen, an denen die Zehen gar nicht zur Sonderung gelangen *(Chamaesaura)*. In anderen Fällen sind nur kleine hintere Fussstummel (*Pygopus*, Fig. 805) oder ausschliesslich Vordergliedmassen *(Chirotes)* vorhanden, oder es fehlen überhaupt äusserliche Gliedmassen vollständig *(Anguis, Acontias, Ophisaurus)*. Schultergürtel und Becken sind jedoch vorhanden, auch findet sich bei allen Echsen, mit Ausnahme der Amphisbaenen, wenigstens ein Rudiment des Brustbeins, welches mit der Ausbildung der Vordergliedmassen an Umfang zunimmt und dann einer entsprechend grösseren Zahl von Rippen zum Ansatze dient. Letztere fehlen nur den vordersten Halswirbeln, zuweilen auch einigen Lendenwirbeln, sowie den Schwanzwirbeln. Eine eigenthümliche Modification zeigen bei *Draco* die vorderen Rippenpaare, welche sich ausserordentlich verlängern und seitlichen, als Flughaut verwendbaren Hautduplicaturen zur Stütze dienen.

Fig. 805.



Pygopus (Bipes) lepidopus (règne animal).

Die Schädelkapsel (Fig. 795) reicht meist nur bis zur Orbitalgegend, wo sie unvollständig durch häutige Theile geschlossen ist, denen sich oft ein häutiges *Interorbitalseptum* anschliesst. Einem stark vorspringenden Fortsatz der hinteren Schläfengegend liegt das Schuppenbein *(Squamosum)* fest an. Das hintere Ende des Oberkiefers ist häufig durch eine die Orbita umschliessende Knochenbrücke *(Jugale)* mit dem hinteren Stirnbein verbunden, während von diesem ein Knochenstab, die Schläfengegend überbrückend *(Quadratojugale)*, zu dem oberen Ende des Quadratbeines verläuft.

Ein wichtiger Charakter der Eidechsen im Gegensatze zu den Schlangen beruht auf dem Mangel der Verschiebbarkeit der Kieferknochen. Zwar sind Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates mit dem Schädel beweglich verbunden, insbesondere die Flügelbeine, die sich den Gelenkfortsätzen des hinteren Keilbeines anlegen und meist an dem Quadratbein articuliren, indessen zeigen die einzelnen Knochen des Kiefer-Gaumenapparates untereinander und mit der vorderen Partie des Schädels einen festen Zusammenhang. Die Flügelbeine sind mit dem Oberkiefer durch ein *Os transversum*

fest verbunden und dienen dem Scheitelbeine durch eine stabförmige *Columella* zur Stütze *(Kionocrania).* An der Schädeldecke bleibt die Verbindung zwischen Scheitelbein und Hinterhaupt durch Bandmasse weich und verschiebbar. Am Schläfenbogen lenkt sich das Quadratbein beweglich ein und trägt den Unterkiefer, dessen Schenkel am Kinnwinkel in fester Verbindung stehen.

Die Bezahnung der Eidechsen bietet nach Form, Bau und Befestigung der Zähne eine weit grössere Mannigfaltigkeit als bei den Schlangen, stellt sich indessen nicht so vollständig dar, indem der Gaumen niemals eine bogenförmig geschlossene innere Zahnreihe, sondern nur kleine seitliche Gruppen von Zähnen am Flügelbeine zur Entwicklung bringt. Fast immer sitzen dieselben den Knochen unmittelbar auf, entweder am Kieferrand *(Acrodonten),* oder an der inneren Seite des Kiefers *(Pleurodonten).* Dieser Unterschied entspricht bei den *Leguanen* der geographischen Verbreitung, indem die der östlichen Halbkugel Acrodonten, die der westlichen Halbkugel Pleurodonten sind. Wichtig erscheint die Gestalt der Zunge, durch welche sich Hauptgruppen unterscheiden lassen.

Die meisten Eidechsen besitzen Augenlider, ein freiliegendes Trommelfell und eine Paukenhöhle. Am Auge entbehren wohl nur die *Amphisbaenen* und *Geckonen* der Lidbildungen und verhalten sich rücksichtlich der Augenbedeckung wie die Schlangen. Bei den *Scincoiden* kann das untere Augenlid wie ein transparenter Vorhang emporgezogen werden, ohne das Sehen zu verhindern. Bei den *Chamaeleoniden* ist das einfache Augenlid ein muskulöser Hautring mit kreisförmiger Oeffnung. Die Eidechsen besitzen ausserdem ein rudimentäres unpaares, dem Baue nach wahrscheinlich als Auge zu deutendes Sinnesorgan, welches sich am hinteren Theile der sog. Zirbel (Epiphysis) hervorgebildet hat. Dasselbe nimmt das Parietalloch des Schädeldaches ein, dessen Vorkommen mit der Entwicklung jenes Organes zusammenhängt. (Leydig, de Graaf, Spencer.)

Die äussere Körperbedeckung der Eidechsen zeigt ähnliche Verhältnisse wie die der Schlangen, jedoch in weit grösserer Mannigfaltigkeit. Bald finden sich platte oder gekielte Schuppen, die nach ihrer Form und gegenseitigen Lage als Tafelschuppen, Schindelschuppen, Wirtelschuppen unterschieden werden, bald Schilder und grössere Tafeln, für deren Vertheilung am Kopf sich die bereits für die Schlangen hervorgehobenen Verhältnisse wiederholen. Doch kommen auch mehr unregelmässige Erhärtungen warziger Höcker vor, die der Haut ein an die Kröten erinnerndes Aussehen verleihen *(Geckonen).* Andererseits finden sich oft grössere Hautlappen an der Kehle, Kämme am Rücken und am Scheitel, ferner Faltungen der Haut an den Seiten des Rumpfes, am Halse etc. Obwohl im Allgemeinen die Haut der Eidechsen arm an Drüsen ist, so finden sich doch constant bei zahlreichen Eidechsen Hautdrüsen und entsprechende Porenreihen längs der Innenseite der Oberschenkel (Fig. 802) und vor dem After.

In der Regel legen die Weibchen nach vorausgegangener Begattung — in den gemässigten Gegenden im Sommer — wenige Eier; einige Gattungen *(Anguis, Seps)* sind lebendig gebärend. Die meisten sind harmlose und durch Vertilgen von Insecten und Würmern nützliche Thiere; grössere Arten, wie die Leguane, werden des Fleisches halber gejagt. Bei weitem die Mehrzahl, und zwar sämmtliche grösseren und oft prachtvoll gefärbten Arten, bewohnen die wärmeren und heissen Klimaten.

Fossile Ueberreste von Eidechsen haben sich sehr zahlreich gefunden, die ältesten aus den obersten Schichten des Jura. Eine riesige Grösse besassen die den Monitoren am nächsten verwandten Echsen der Kreide (*Mosasaurus* etc.).

1. Unterordnung. *Crassilinguia, Dickzüngler.* Kionocranier mit dicker und kurzer fleischiger Zunge, welche an der Spitze kaum ausgebuchtet, vielmehr in der Regel zugerundet ist und nicht vorgestreckt werden kann. Augenlider sind meist vorhanden. Das Paukenfell liegt meist frei. Ueberall finden sich vier Gliedmassen mit nach vorne gerichteten Zehen. Leben ausschliesslich in wärmeren Gegenden der alten und neuen Welt; die östliche und westliche Hemisphäre bergen überraschend ähnliche Typen, die aber (mit Ausnahme der Geckonen) nach dem Zahnbau eine scharfe Scheidung gestatten; alle Bewohner Amerikas sind Pleurodonten, die der alten Welt Acrodonten.

Fig. 806.



Platydactylus mauritanicus.

Fam. *Ascalabotae*, Geckonen. Eidechsen von molchähnlicher Form und geringer Körpergrösse, mit Haftlappen an den Zehen und mit biconcaven Wirbeln. Alle sind Pleurodonten ohne Gaumenzähne und nächtliche scheue Thiere mit grossen, der Lider entbehrenden Augen. Sie klettern und laufen mittelst ihrer meist zurückziehbaren Krallen und Haftlappen sehr geschickt an glatten und steilen Wänden und leben meist in den heissen Ländern, nur wenige im Süden Europas. Obwohl harmlose Thiere, gelten sie doch fälschlich für giftig; sie lassen zur Nachtzeit eine laute, wie Gecko klingende Stimme hören. *Platydactylus mauritanicus* L. (Fig. 806), *Pl. muralis* Dum. Bibr., Küsten des Mittelmeeres. *Hemidactylus verruculatus* Cuv., Küsten des Mittelmeeres. *Ptychozoon homalocephalum* Kuhl, Java.

Fam. *Iguanidae,* Baumagamen, Leguane. Der seitlich etwas comprimirte Leib wird von langen, schlanken Beinen getragen, die vorzüglich zum Klettern geschickt sind. Kopf pyramidal, oft helmartig erhoben und durch den Besitz eines häutigen Kehlsackes sehr absonderlich gestaltet, meist mit freiliegendem Paukenfell. Viele besitzen einen stacheligen Rückenkamm und ändern in ähnlicher Art ihre Färbung wie die Chamaeleons.

Zu den Baumagamen der westlichen Hemisphäre, welche Pleurodonten sind, gehören: *Polychrus marmoratus* Cuv., Färberechse, Brasilien. *Iguana tuberculata* Laur. = *sapidissima* Merr., Westindien. *I. delicatissima* Lur., tropisches Amerika. *Cyclura carinata* Gray, Cuba. *Basiliscus mitratus* Daud., Südamerika.

Zu den Baumagamen der östlichen Hemisphäre, welche Acrodonten sind, gehören: *Calotes ophiomachus* Merr., Ostindien (Fig. 807). *Draco volans* L., Java. *Lophiura amboinensis* Schloss. *Grammatophora cristata* Gray, Australien.

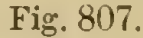
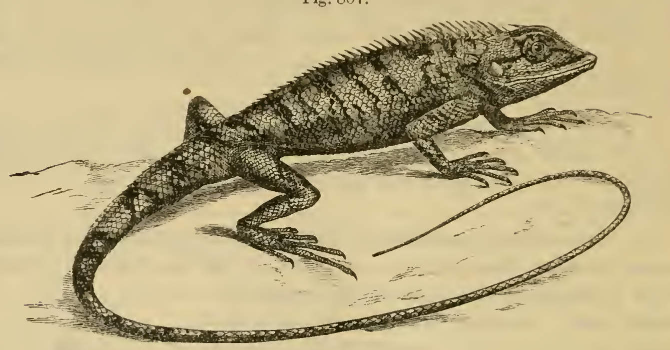


Fig. 807.



Calotes ophiomachus.

Fam. *Humiragae,* Erdagamen. Echsen mit breitem und flachem, von kürzeren Beinen getragenem Leib, von fast krötenartigem Aussehen, die Körperhaut nicht selten mit Stachelschuppen bedeckt. Leben auf der Erde in steinigen und sandigen Gegenden, wo sie sich in Gruben und Löchern verbergen.

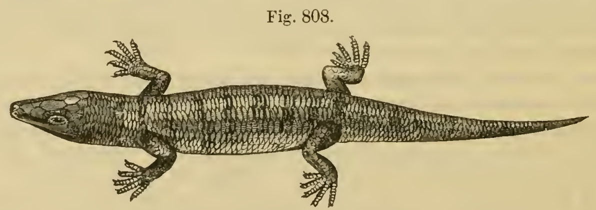
Zu den Erdagamen Amerikas, welche sämmtlich Pleurodonten sind, gehören: *Phrynosoma orbiculare* Wiegm., Tapayaxin, Mexico. *Tropidurus cyclurus* Wied., Brasilien.

Zu den Erdagamen Ostindiens und Afrikas, welche Acrodonten sind und Eckzähne besitzen, gehören: *Phrynocephalus helioscopus* Kb., Sibirien. *Moloch horridus* Gray., Australien. *Uromastix spinipes* Merr., Egypten. *Agama colonorum* Daud., Egypten. *Stellio vulgaris* Latr., Hardun, Egypten.

2. Unterordnung. *Brevilinguia, Kurzzüngler.* Kionocranier von langgestrecktem, oft Schlangen-ähnlichem Körper mit sehr verschieden entwickelten Gliedmassen. Zunge kurz und dick, ohne Scheide, an dem verdünnten Vorderende mehr oder minder ausgeschnitten und wenig vorstreckbar. Augenlider in der Regel vorhanden, das Paukenfell liegt oft unter der Haut verborgen.

Fam. *Scincoidea,* Sandechsen. Der mehr oder minder Schlangen-ähnliche Körper ist mit glatten Knochenschuppen bedeckt, der Scheitel mit grösseren Schildern bekleidet.

Fig. 808.



Scincus officinalis (règne animal).

Anguis fragilis L., Blindschleiche, Europa. *Scincus officinalis* Laur. (Fig. 808), Egypten. *Seps chalcidica* Merr., Dalmatien. *Acontias meleagris* Cuv., Cap.

Fam. *Ptychopleurae,* Seitenfalter, Wirtelschleichen. Körper mit zwei seitlichen, von kleinen Schuppen bekleideten Hautfalten, welche von der Ohrgegend bis in die Nähe des Afters verlaufen und Rücken und Bauch abgrenzen. *Zonurus cordylus* Merr. = *griseus* Cuv., Südafrika. *Pseudopus Pallasii* Cuv., Scheltopusik, südöstliches Europa, auch in Niederösterreich. *Pygopus (Bipes) lepidopus* Lacep., Neuholland (Fig. 808). *Chamaesaura anguina* Schn., Cap. *Ophisaurus ventralis* Daud., Nordamerika.

3. Unterordnung. *Fissilinguia, Spaltzüngler.* Kionocranier mit langer und dünner, vorstreckbarer, zweispitziger Zunge, meist mit vollkommenen Augenlidern und stets mit freiem Paukenfell. Die Schuppen des Rumpfes sind kleine Schindelschuppen, die des langen Schwanzes meist Wirtelschuppen.

Fam. *Lacertidae,* Eidechsen. Meist lebhaft gefärbte, langschwänzige und äusserst bewegliche Eidechsen mit beschildertem Kopf. Die Bauchfläche ist mit meist viereckigen, in schrägen Reihen angeordneten Schildern bekleidet. *Lacerta vivipara* L., Deutschland und Südeuropa, ist lebendig gebärend. *L. ocellata* Daud., *L. viridis* L., grün, vorne mit schwarzen Flecken, das Weibchen minder lebhaft gefärbt, mit kleineren, weniger zahlreichen Schenkelporen, Dalmatien. *L. agilis* L. = *stirpium* Daud., gemeine Eidechse. *L. muralis* Merr., Südeuropa. *Heloderma horridum* Wiegm., Mexico.

Fam. *Ameividae,* Tejueidechsen. Eidechsen der neuen Welt, deren Kopf wie bei den Lacertiden beschildert ist, während der Bauch von viereckigen, in Querreihen geordneten Schildern bekleidet wird. *Tejus monitor* Merr. = *T. Tejuexin* L., Brasilien, lebt in Erdlöchern und hohlen Baumstämmen und nährt sich von Mäusen, Insecten und Würmern und wird mit dem langen Schwanz 4 bis 5 Fuss lang. Wird gejagt und gegessen. *Ameiva vulgaris* Licht., Westindien.

Fam. *Monitoridae*[1], Warneidechsen. Langgestreckte grosse Eidechsen ohne Schenkelporen. Scheitel, Rücken und Bauch sind mit kleinen Tafelschuppen bekleidet. Die Trennung der Herzkammern ist am vollständigsten in der ganzen Ordnung. *Psammosaurus scincus* Merr. = *Varanus arenarius* Dum. Bibr., Egypten, Landcrocodil Herodot's. *Monitor niloticus* Hassl., Warneidechse, frisst die Eier der Crocodile.

4. Unterordnung. *Vermilinguia, Wurmzüngler.* Eidechsen der alten Welt mit wurmförmiger, weit vorschnellbarer Zunge, kreisrundem Augenlide und hohem, seitlich comprimirtem Körper, welcher von einer chagrinartigen Haut bedeckt ist. Der Schädelbau weicht von dem der übrigen Eidechsen bedeutend ab, indem die Scheitelbeine unbeweglich mit dem Occipitale und dem über die Scheitelbeine sich fortsetzenden Occipitalkamme verbunden sind.

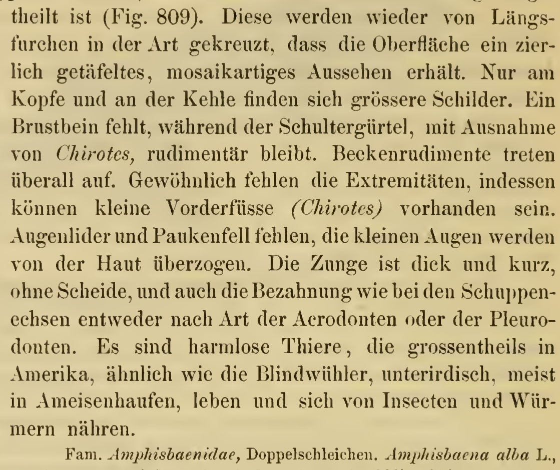
Fam. *Chamaeleonidae,* Chamaeleons. Die Füsse sind Greiffüsse und enden mit fünf Zehen, von denen je zwei und drei Zehen, bis auf die Krallen mit einander verbunden, wie die Arme einer Zange wirken. Der lange dünne Schwanz dient als Wickelschwanz zum Festhalten des Körpers an Zweigen. Alle sind Acrodonten. Das Paukenfell ist von der Körperhaut überzogen. Merkwürdig und sowohl von dem Lichtreize der Umgebung abhängig, als der Willkür des Thieres unterworfen, ist der Farbenwechsel der Haut, zu dessen Erklärung

[1]) Die von Cope als *Pythonomorpha* bezeichnete Gruppe fossiler Saurier (früher als nächste Verwandte der Monitoren betrachtet) wird meist als besondere Ordnung zwischen Saurier und Ophidier gestellt. Die hierhergehörigen Formen, deren Ueberreste in der oberen Kreide, besonders von Nordamerika (aber auch Europa und New-Seeland) aufgefunden wurden, waren grosse langgestreckte Meersaurier mit kurzen flossenförmigen, fünfzehigen Extremitäten, oberem Schläfenbogen und quer verlängertem Mastoideum, das als Suspensorium des grossen beweglichen Quadratum dient. Die Unterkieferäste mit Gelenk zwischen Coronoideum und Dentale, durch Ligament verbunden. *Mosasaurus Camperi* H. v. M., *maximus* Cope u. a. G. Näheres in Zittel's Paläontologie.

besonders die Untersuchungen Brücke's[1]) beigetragen haben. Es sind nämlich zwei verschiedene Pigmentschichten unter der dünnen Oberhaut angehäuft, eine oberflächliche hellgelbliche und eine tiefere dunkelbraune bis schwarze, deren gegenseitige Ausbreitung und Lagerung sich verändert. *Chamaeleon vulgaris* Cuv., südliches Spanien und Afrika.

5. Unterordnung. *Annulata, Ringelechsen.* Körper Schlangen-ähnlich mit derber schuppenloser Haut, welche durch Querfurchen in Ringe abgetheilt ist (Fig. 809). Diese werden wieder von Längsfurchen in der Art gekreuzt, dass die Oberfläche ein zierlich getäfeltes, mosaikartiges Aussehen erhält. Nur am Kopfe und an der Kehle finden sich grössere Schilder. Ein Brustbein fehlt, während der Schultergürtel, mit Ausnahme von *Chirotes,* rudimentär bleibt. Beckenrudimente treten überall auf. Gewöhnlich fehlen die Extremitäten, indessen können kleine Vorderfüsse *(Chirotes)* vorhanden sein. Augenlider und Paukenfell fehlen, die kleinen Augen werden von der Haut überzogen. Die Zunge ist dick und kurz, ohne Scheide, und auch die Bezahnung wie bei den Schuppenechsen entweder nach Art der Acrodonten oder der Pleurodonten. Es sind harmlose Thiere, die grossentheils in Amerika, ähnlich wie die Blindwühler, unterirdisch, meist in Ameisenhaufen, leben und sich von Insecten und Würmern nähren.

Fig. 809.



Amphisbaena fuliginosa (règne animal).

Fam. *Amphisbaenidae,* Doppelschleichen. *Amphisbaena alba* L., Brasilien. *A. fuliginosa* L., Südamerika (Fig. 809). *Chirotes lumbricoides* Flem., Mexico.

2. Ordnung. **Ophidia**[2]) **(Serpentes), Schlangen.**

Fusslose Plagiotremen, ohne Schultergürtel, mit zweispaltiger vorstreckbarer Zunge, meist mit freibeweglichen, überaus verschiebbaren Kiefer- und Gaumenknochen, ohne Augenlider, Paukenhöhle und Harnblase.

Die Charaktere der Schlangen beruhen auf dem Mangel von Extremitäten, sowie auf der oft erstaunlichen Erweiterungsfähigkeit des Rachens. Indessen ist eine scharfe Abgrenzung von den Eidechsen nicht möglich. Früher nahm man bei Begrenzung dieser Ordnung ausschliesslich auf den Mangel der Extremitäten Rücksicht und rechnete daher nicht nur von den Amphibien die Blindwühler, sondern auch die Blindschleichen und andere extremitätenlose Eidechsengattungen, sowie die *Amphisbaenen,* zu den Schlangen. Uebrigens

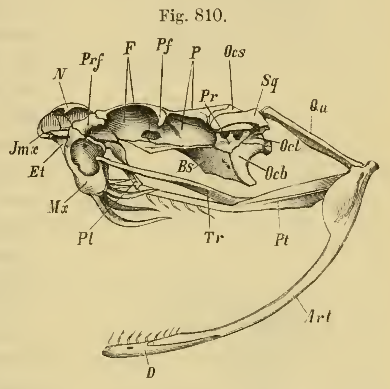
[1]) E. Brücke, Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamaeleons. Denkschr. der k. Akad. der Wissensch. Wien 1852.

[2]) Gray, Catalogue of Reptiles in the Collection of the British Museum. Part. III. Snakes. London 1849. Günther, Catalogue of Colubrine Snakes in the Collection of the British Museum. London 1858. Jan, Iconographie générale des Ophidiens. Livr. I—XXVII. Paris 1860—1868. Lenz, Schlangenkunde, 2. Auflage. Gotha 1870.

besitzen zahlreiche Schlangen Rudimente von hinteren Extremitäten, welche an der Schwanzwurzel liegen und eine kegelförmige, zur Seite des Afters hervorstehende Kralle tragen (Peropoden). Schultergürtel und Theile eines vorderen Extremitätenpaares kommen jedoch bei keiner Schlange vor.

Am Schädel der Schlangen (Fig. 810) fehlt eine Ueberbrückung der Schläfengegend. Die Schädelhöhle ist sehr langgestreckt, die vorderen und mittleren Theile ihrer Seitenwand werden durch absteigende Flügelfortsätze der Scheitelbeine und Stirnbeine gebildet. Kiefer und Gaumenknochen, durch ein *Os transversum* verbunden, zeigen eine so vollkommene Verschiebbarkeit, dass der Rachen die Fähigkeit einer beträchtlichen Erweiterung und seitlichen Ausdehnung erhält. Das Quadratbein lenkt sich äusserst beweglich am *Os squamosum* ein, welches ebenfalls meist beweglich am Hinterhaupte angeheftet ist. Ebenso beweglich wie die Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates erweisen sich die beiden Aeste des Unterkiefers, welche, am Kinnwinkel durch ein Band verbunden, eine sehr bedeutende seitliche Verschiebung zulassen. Die Kieferbewaffnung wird von zahlreichen, nach hinten gekrümmten Fangzähnen gebildet, welche den Unterkiefer in einfacher, den Oberkiefer-Gaumenapparat meist in doppelter, mehr oder minder vollständig besetzter Bogenreihe bewaffnen und vornehmlich beim Verschlingen der Beute als Widerhaken wirken. Auch im Zwischenkiefer können Hakenzähne vorkommen *(Python)*. Nur bei den Engmäulern beschränken sich die Zähne auf Oberkiefer oder Unterkiefer *(Opoterodonten)*. Ausser diesen soliden Hakenzähnen kommen im Oberkiefer zahlreicher Schlangen Furchenzähne oder hohle, von einem Canale durchbohrte Giftzähne vor, deren Basis mit dem Ausführungsgange einer Giftdrüse in Verbindung steht und das ausfliessende Secret derselben fortleitet. Häufig enthält der sehr verkümmerte Oberkiefer jederseits nur einen einzigen grossen durchbohrten Giftzahn, dem aber stets noch grössere und kleinere Ersatzzähne anliegen *(Solenoglyphen)*. Selten treten die Furchenzähne in grösserer Zahl auf und sitzen entweder ganz vorne *(Proteroglyphen)* oder hinter einer Reihe von Hakenzähnen im Oberkiefer *(Opisthoglyphen)*. In beiden Fällen ist der Oberkiefer grösser als bei den *Solenoglyphen*, dagegen erlangt derselbe bei

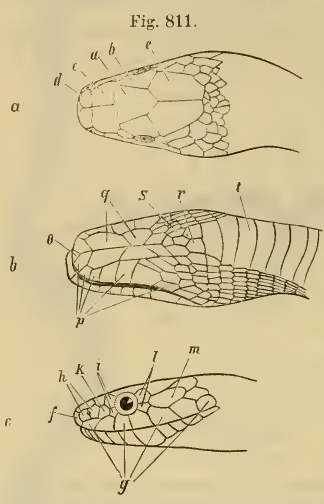
Fig. 810.



Kopfskelet von *Crotalus horridus*. *Ocb* Occipitale basale, *Ocl* O. laterale, *Ocs* O. superius, *Pr* Prooticum, *Bs* Basisphenoideum, *Sq* Squamosum, *P* Parietale, *F* Frontale, *Pf* Postfrontale, *Prf* Praefrontale, *Et* Ethmoideum impar, *N* Nasale, *Qu* Quadratum, *Pt* Pterygoideum, *Pl* Palatinum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Tr* Transversum, *D* Dentale, *Art* Articulare des Unterkiefers.

den Schlangen, welche auch der Furchenzähne entbehren *(Aglyphodonten)*, den grössten Umfang und die reichste Bezahnung. Während die Furchenzähne unbeweglich befestigt sind, richten sich die durchbohrten Giftzähne mitsammt dem Kiefer, dem sie aufsitzen, beim Oeffnen des Rachens auf und werden im Momente des Bisses in das Fleisch der Beute eingeschlagen. Gleichzeitig fliesst das Secret der Giftdrüse, durch den Druck der Schläfenmuskeln ausgepresst, in die Wunde ein und veranlasst, mit dem Blute in Berührung gebracht, den raschen Eintritt des Todes.

Fig. 811.



a Dorsale Ansicht, *b* ventrale Ansicht des Kopfes von *Calopeltis Aesculapii*, *c* Seitenansicht des Kopfes von *Tropidonotus viperinus*, nach E. Schreiber. *a* Stirnschild, *b* Brauenschilder, *c* hintere Schnauzenschilder, *d* vordere Schnauzenschilder, *e* Scheitelschilder, *f* Rüsselschild, *g* Oberlippenschilder, *h* Nasenschild, *i* vordere Augenschilder, *k* Zügelschild, *l* hintere Augenschilder, *m* Schläfenschild, *o* Kinnschild, *p* Unterlippenschilder, *q* Rinnenschilder, *r* Kehlschild, *s* Kehlschuppen, *t* Bauchschilder.

Die als Schuppen, Schilder und Schienen auftretenden Hartgebilde der Haut wechseln nach Form, Zahl und Anordnung mannigfach. Während die Rückenfläche des Rumpfes durchweg mit glatten oder gekielten Schuppen bekleidet ist, kann der Kopf sowohl von Schuppen, als von Schildern und Tafeln bedeckt sein, welche ähnlich wie bei den Eidechsen nach der besonderen Lage als Stirn-, Scheitel-, Hinterhauptschilder, ferner als Schnauzen-, Nasen-, Augen-, Zügel-, Schläfen- und Lippenschilder unterschieden werden (Fig. 811). Als den meisten Schlangen eigenthümlich mögen die Schilder der Kinnfurche, die Rinnenschilder, hervorgehoben werden, vor denen noch zwei accessorische Lippenschilder jederseits neben dem mittleren Lippenschilde des Unterkiefers die vordere Begrenzung der Kinnfurche bilden. Am Bauche finden sich meist breite Schilder, die wie Querschienen den Rumpf bekleiden, doch können auch hier Schuppen und kleine mediane Schilder vorkommen; die Unterseite des Schwanzes wird dagegen in der Regel von einer paarigen, selten von einer einfachen Reihe von Schildern bedeckt. Die Schlangen häuten sich mehrmals im Jahre, indem sie ihre Oberhaut, an welcher sich die Sculptur der Cutis wiederholt, in toto abstreifen.

Die innere Organisation entspricht den Anforderungen des langgestreckten Baues, sowie der Bewegungs- und Ernährungsweise. Ein langer und dehnbarer dünnhäutiger Schlund führt in den sackförmig erweiterten Magen, auf welchen ein verhältnissmässig kurzer Dünndarm folgt. Der Kehlkopf erscheint ausserordentlich weit nach vorne gerückt und kann während

des langsamen, schwierigen Schlingactes bis in den Rachen vortreten. Die ausserordentlich lange Trachea enthält oft schon in ihrem Verlaufe respiratorische Luftzellen. Die linke Lunge ist meist ganz rudimentär, während die um so mächtiger entwickelte rechte Lunge an ihrem Ende ein schlauchförmiges Luftreservoir bildet. Dem Gehörorgane fehlen schallleitende Apparate (sowohl Trommelfell als Paukenhöhle), dem Auge bewegliche Lider. Der Augapfel mit seiner meist senkrechten Pupille wird an Stelle der Lider von der durchsichtigen, uhrglasförmigen Haut bedeckt und hinter dieser von der Thränenflüssigkeit reichlich bespült. Die Nasenöffnungen liegen meist ganz an der Spitze oder am Seitenrande der Schnauze. Die gabelig gespaltene hornige Zunge dient nicht als Geschmacks-, sondern als Tastorgan und ist von einer Scheide umschlossen, aus der sie selbst bei geschlossenem Rachen durch einen Einschnitt der Schnauzenspitze weit vorgestreckt werden kann.

Die Schlangen bewegen sich vornehmlich durch seitliche Krümmungen der Wirbelsäule, deren zahlreiche Wirbel am Rumpfe fast durchweg Rippen tragen und durch freie Kugelgelenke ihrer concav-convexen Körper, sowie durch horizontale Gelenkflächen der Querfortsätze in der Art verbunden werden, dass dorso-ventrale Bewegungen ausgeschlossen sind. Auch stehen die Rippen in freier Gelenkverbindung mit den Wirbelkörpern und können in der Längsrichtung vor- und zurückgezogen werden, Bewegungen, welche die Locomotion wesentlich unterstützen. Durch abwechselndes Vorschieben der Rippen und Nachziehen der durch Muskeln sowohl miteinander, als mit den Rippen befestigten Bauchschilder laufen die Schlangen in gewissem Sinne auf den äussersten Spitzen ihrer an Hautschildern befestigten Rippen.

Die Schlangen ernähren sich ausschliesslich von lebenden Thieren, sowohl Kaltblütern, als Warmblütern, die sie im Schusse überfallen, tödten und ohne Zerstückelung in toto verschlingen. Während die Speicheldrüsen ihr reichliches Secret ergiessen, welches die Oberfläche der zu bewältigenden Beute schlüpfrig macht, und der Kehlkopf zwischen den Kieferästen zur Unterhaltung der Athmung hervortritt, haken sich die Kieferzähne abwechselnd fortschreitend immer weiter ein, und es zieht sich gewissermassen Rachen und Schlund allmälig über die Beute hin. Nach Vollendung des anstrengenden Schlinggeschäftes tritt eine Abspannung aller Kräfte ein, es folgt eine Zeit träger Ruhe, während welcher die sehr langsame, aber vollständige Verdauung von statten geht.

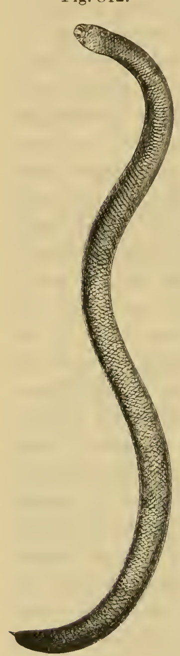
Die Fortpflanzung geschieht nach vorausgegangener Begattung in der Regel durch Ablage wenig zahlreicher grosser Eier, in denen die Embryonalentwicklung schon weit vorgeschritten sein kann. Indessen gibt es auch lebendig gebärende Schlangen, z. B. die Seeschlangen und die Kreuzotter.

Die meisten durch Grösse und Schönheit der Farben ausgezeichneten Arten gehören den wärmeren Zonen an, nur kleine Formen reichen bis in die nördlichen gemässigten Klimate. Viele Schlangen besuchen gern das Wasser und sind wahrhaft amphibiotisch. Andere bewegen sich grossentheils auf

Bäumen und Gesträuchen oder auf sandigem Erdboden, andere ausschliesslich im Meere. In den gemässigten Ländern verfallen sie in eine Art Winterschlaf, in den heissen halten sie zur Zeit der Trockniss einen Sommerschlaf.

1. Unterordnung. *Opoterodonta*, *Wurmschlangen*. Mit enger, nicht erweiterungsfähiger Mundspalte und unbeweglich verbundenen Gesichtsknochen, ohne oder mit nur sehr kurzem Schwanz. Besitzen nur im Oberkiefer oder im Unterkiefer solide Hakenzähne. Hinterextremitäten als Rudimente vorhanden. Leben unter Steinen oder in Erdgängen und nähren sich von Insecten.

Fig. 812.



Typhlops lumbricalis (règne animal).

Fam. *Typhlopidae. Typhlops lumbricalis* Merr. (Fig. 812), Antillen. *T. vermicularis* L., Griechenland. *Stenostoma nigricans* Dum. Bibr., Südafrika.

2. Unterordnung. *Colubriformia*. Beide Kiefer mit soliden Hakenzähnen bewaffnet, im Oberkiefer kann der letzte Zahn ein Furchenzahn sein und dann entweder ohne Giftdrüse bleiben oder mit dem Ausführungsgang einer kleinen Giftdrüse in Verbindung stehen. Umfasst die *Aglyphodonten* und *Opisthoglyphen*.

Fam. *Uropeltidae*, Schildschwänze. Mit kurzem und spitzem Kopf, dessen Rachen nicht erweiterungsfähig ist, aber in beiden Kiefern Zähne trägt. *Uropeltis phillipinus* Cuv.

Fam. *Tortricidae*, Wickelschlangen. Mit kleinem, kaum abgesetzten Kopf und kurzem konischen Schwanz. Zähne klein, auch an den Gaumenbeinen. Besitzen ein Beckenrudiment nebst kleinen Afterklauen. *Tortrix scytale* Hmpr., Südamerika. *Cylindrophis rufa* Gray, Java.

Fam. *Pythonidae*, Riesenschlangen *(Peropodes)*. Mit länglich-ovalem, beschildertem oder beschupptem Kopf und Rudimenten von hinteren Extremitäten, welche mit einer Afterklaue zu den Seiten der Kloake enden. *Eryx jaculus* Wagl., Südeuropa. *Boa constrictor* L., Brasilien. *Python reticulatus* Sch., Sumatra.

Fam. *Colubridae*, Nattern. Der nicht sehr breite abgesetzte Kopf ist beschildert. Die Bezahnung vollständig. Der Schwanz mit doppelten Schilderreihen an der Unterseite. *Coronella austriaca* Laur. = *C. laevis* Lac., glatte Natter, in Europa sehr verbreitet. *Liophis cobella* L., Brasilien. *Tropidonotus natrix* Gesn., Ringelnatter. Mit schief gekielten Schuppen, weit über Europa verbreitet. *Tr. tesselatus* Meyr., Würfelnatter. *Coluber (Calopeltis) Aesculapii* Gesn. = *C. flavescens* Gm., die Schlange des Aesculap, Südeuropa, Oesterreich, Schlangenbad. *Zamenis atrovirens* Shaw., Südeuropa, *Herpetodryas carinatus* L., Brasilien.

Fam. *Dendrophidae*, Baumnattern. Körper dünn und schlank, mit meist langem flachen, vom Nacken abgesetzten Kopf. Bauchschilder meist mit zwei Kielen. Untere Schwanzschilder in zwei Reihen. *Dendrophis picta* Gm., Ostindien. *Ahaetulla smaragdina* Boie, Westafrika.

Fam. *Dryophidae*. Körper sehr lang und schlank, ebenso der Kopf, mit dünner, zuweilen in einen biegsamen Anhang auslaufender Schnauze. *Dryophis argentea* Daud., Cayenne.

Fam. *Psammophidae*, Sandnattern. Der hintere Oberkieferzahn gefurcht. *Psammophis lineatus* Dum. Bibr., Mexico. *Coelopeltis lacertina* Wagl., Egypten.

Fam. *Dipsadidae.* Körper ziemlich schlank, stark comprimirt, mit kurzem, hinten verbreitertem, stark abgesetztem Schwanz. Meist hintere Furchenzähne vorhanden. *Dipsas dendrophila* Reinw., Ostindien. *D. fasciata* Fisch., Westafrika.

Fam. *Scytalidae.* Hinterer Oberkieferzahn am längsten und gefurcht. *Scytale coronatum* Dum., Bibr., Brasilien. *Oxyrhopus plumbeus* Wied., Südamerika.

3. Unterordnung. *Proteroglypha.* Giftschlangen mit grossen Furchenzähnen, welche vorne im Oberkiefer stehen, hinter denen meist noch solide Hakenzähne folgen. Gaumen und Flügelbeine sind ebenso wie der Unterkiefer mit Hakenzähnen bewaffnet.

Fam. *Elapidae,* Prunknattern. Von Natter-ähnlichem Habitus, mit beschildertem Kopf, meist mit zwei Reihen von Subcaudalschildern. *Naja tripudians* Merr., Brillen-

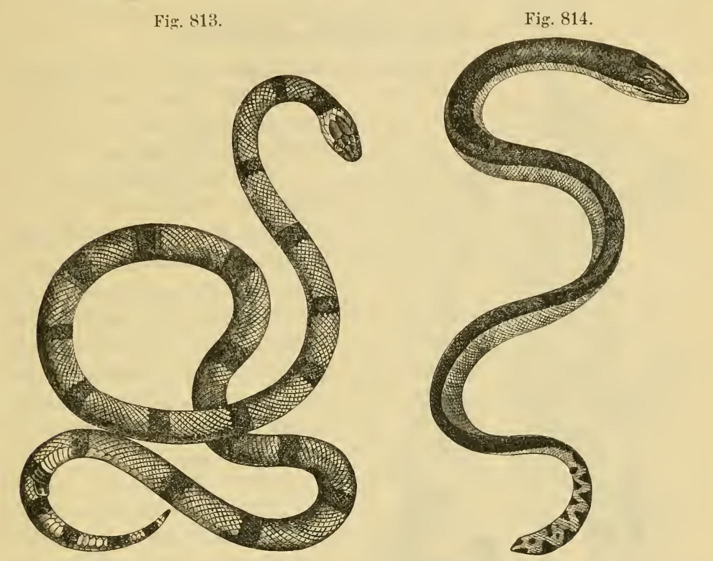


Fig. 813. *Elaps corallinus* (règne animal).

Fig. 814. *Hydrophis bicolor* (règne animal).

schlange, Bengalen. *N. haje* L., Schlange der Cleopatra, Egypten. *Elaps corallinus* L., Südamerika (Fig. 813).

Fam. *Hydrophidae.* Wasserschlangen. Mit kaum abgesetztem beschilderten Kopf und comprimirtem Rumpf, welcher in einen stark compressen Ruderschwanz ausläuft. Lebendig gebärend. *Platurus fasciatus* Daud., Indisches Meer. *Hydrophis (Pelamis) bicolor* Daud. (Fig. 814), Indisches Meer.

4. Unterordnung. *Solenoglypha.* Schlangen mit triangulärem Kopf und verhältnissmässig kurzem Schwanz. Der kleine Oberkiefer trägt jederseits einen hohlen Giftzahn, sowie einen oder mehrere Ersatzzähne. Ausserdem aber finden sich solide kleine Hakenzähne sowohl am Gaumen, als im Unterkiefer.

Fam. *Viperidae,* Ottern. Mit stark abgesetztem, breitem Kopf, ohne Gruben zwischen Nasen und Augen. Meist finden sich zwei Schilderreihen an der Unterseite des kurzen Schwanzes, *Vipera aspis* Merr., in bewaldeten Gebirgsgegenden Südeuropas. *V. ammodytes*

Dum. Bibr., Sandviper, mit einer weichen hornartigen Erhebung an der Schnauzenspitze, Italien und Dalmatien. *Pelias berus,* Merr. Kreuzotter, Kupfernatter, ausgezeichnet durch die schwarzbraune Zickzackbinde des Rückens, in Gebirgswaldungen Europas.

Fam. *Crotalidae,* Grubenottern. Mit einer Grube zwischen Auge und Nase. *Crotalus durissus* L., Klapperschlange, südöstliches Nordamerika. *C. horridus* L., Südamerika. *Bothrops atrox* L., Brasilien.

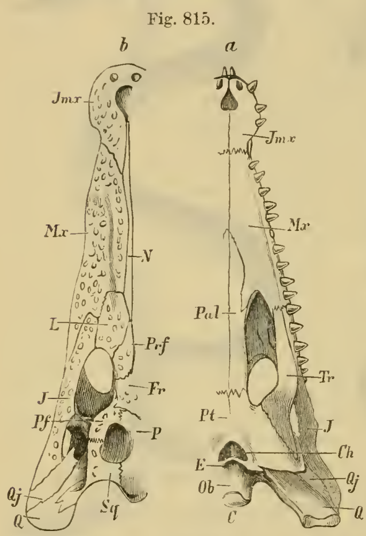
2. Unterclasse. **Loricata** [1]), **Panzerechsen.**

Wasserbewohnende Reptilien von bedeutender Grösse, mit eingekeilten Zähnen und bepanzerter Haut, mit kräftigen Füssen, deren Zehen durch Schwimmhäute verbunden sind, mit langem gekielten Ruderschwanz.

1. Ordnung. **Crocodilia, Crocodile.**

Mit knöchernen Hautschildern und eingekeilten, auf die Kieferknochen beschränkten Zähnen, mit vier theilweise bekrallten Füssen und langem gekielten Ruderschwanze.

Fig. 815.



Schädel vom Crocodil, nach Gegenbaur. *a* Ventralansicht. *b* Dorsalansicht. *Ob* Occipitale basale, *C* Condylus occipitalis, *P* Parietale, *Fr* Frontale, *Pf* Postfrontale, *Prf* Praefrontale, *N* Nasale, *L* Lacrymale, *Sq* Squamosum, *Q* Quadratum, *Qj* Quadratojugale. *J* Jugale, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Tr* Transversum. *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Ch* Choanae, *E* Ostium tubae Eustachii.

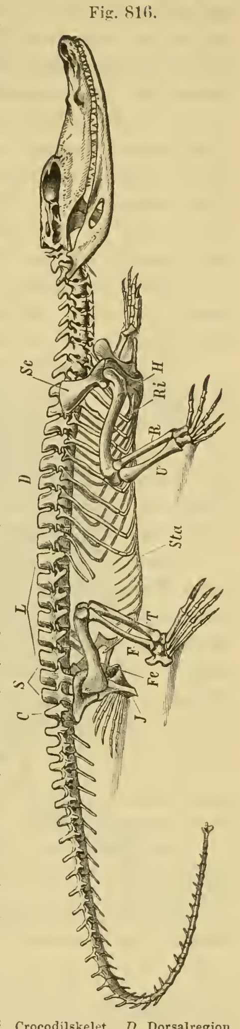
Die Extremitäten sind frei gegliederte Beine und Füsse mit gesonderten Zehen. Die Körperbedeckung ist eine körnige Lederhaut. in welcher sich besonders auf der Rückenfläche grosse und zum Theil gekielte Knochentafeln einlagern. Dieselben bilden auf dem Schwanze einen anfangs paarigen, in seinem hinteren Theile einfachen gezackten Kamm.

Der breite flache Schädel (Fig. 815) ist durch die corrodirte Beschaffenheit der Knochenoberfläche ausgezeichnet und besitzt gesonderte *Alisphenoids,* sowie oberhalb des Oberkieferjochbogens eine obere Schläfengrube, die durch eine Knochenbrücke (Fortsatz des *Postfrontale* und *Jugale*) von der Orbita getrennt ist. Die Bedachung des Schädels geschieht durch ein unpaares Scheitelbein und Stirnbein, dem sich paarige *Nasalia* anschliessen. Die mit dem Schädel fest verwachsenen

[1]) R. Owen, Palaeontology. London 1860. Huxley, On the dermal armour of Jacare and Caiman etc. Journ. Proceed. Linn. Soc., Vol. IV, 1860. Rathke, Untersuchungen über die Entwicklung und den Körperbau der Crocodile. Braunschweig 1866.

Kiefer verlängern sich zur Bildung einer gestreckten Schnauze, an deren Spitze sich die paarigen Zwischenkieferknochen einkeilen, während die Oberkiefer von bedeutender Ausdehnung die Seiten der Schnauze bilden. Das *Lacrymale* ist von grosser Ausdehnung. Oberkiefer und Zwischenkiefer, welche die Nasenöffnungen begrenzen, entwickeln horizontale, in der Medianlinie vereinigte Gaumenfortsätze, welche zur Bildung der vorderen Partie des harten Gaumengewölbes zusammentreten. Hinter demselben stellen Gaumen- und Flügelbeine, in medianer Nahtverbindung anliegend, ein vollkommen geschlossenes Dach der Mundhöhle her, an dessen Hinterrande die unteren, vom paarigen *Vomer* umschlossenen Nasengänge münden. Die ausschliesslich auf die Kieferknochen beschränkten kegelförmigen Zähne sitzen tief in Alveolen eingekeilt und zeigen wenig comprimirte streifige Kronen. Meist tritt der vierte Zahn des Unterkiefers durch seine Grösse als Fangzahn hervor und greift beim Schliessen des Rachens in eine Lücke oder in einen Ausschnitt des Oberkiefers ein. Die Wirbelkörper sind bei den Teleosauriern amphicoel, bei den ebenfalls vorweltlichen Steneosauriern opisthocoel, bei den Crocodilen der Gegenwart procoel. Rippen finden sich in grosser Zahl nicht nur an dem sehr langgestreckten Brusttheil, sondern auch am Hals und in der Bauchgegend, über welcher sich bei den Crocodilen ein schmales *Sternum abdominale* bis zum Beckengürtel fortsetzt und seitlich eine Anzahl Bauchrippen trägt, deren obere Enden die Wirbelsäule nicht erreichen (Fig. 816).

Fig. 816.



Crocodilskelet. *D* Dorsalregion, *L* Lumbalregion, *S* Sacralregion, *Ri* Rippen, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Sta* Sternum abdominale, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *J* Os ischii, *C* Caudalwirbel.

Die innere Organisation erhebt sich bei den lebenden Crocodilen am höchsten unter allen Reptilien. Die Augen besitzen senkrechte Pupillen und zwei Lider nebst Nickhaut. Die Nasenöffnungen liegen vorne an der Schnauzenspitze und können ebenso wie die weit nach hinten gerückten Ohren durch Hautklappen verschlossen werden. Die Rachenhöhle, an deren Boden eine platte, nicht vorstreckbare Zunge angewachsen ist, entbehrt der Speicheldrüsen und führt durch eine weite Speiseröhre in den rundlichen muskulösen Magen, welcher

durch Form und Bildung, insbesondere durch aponeurotische Scheiben seiner muskulösen Wandung, an den Vogelmagen erinnert. Auf den Magen folgt ein dünnwandiges, mit Zotten besetztes Duodenum, welches in den zickzackförmig gefalteten Dünndarm übergeht. Ein Blindsack als Anhang des kurzen und weiten Dickdarms fehlt. Letzterer mündet fast trichterförmig verengt in die Kloake, an deren Vorderwand das schwellbare Paarungsorgan seinen Ursprung nimmt. Der Bau des Herzens (Fig. 801) ist unter allen Reptilien am vollkommensten und führt durch die strenge Sonderung einer rechten venösen und linken arteriellen Abtheilung unmittelbar zu der Herzbildung der Warmblüter über. Endlich verdient als Eigenthümlichkeit der Crocodile die freie Communication der Leibeshöhle durch Oeffnungen der sog. Peritonealcanäle, welche an die Abdominalporen der Ganoiden und Selachier erinnern, hervorgehoben zu werden. Penis als unpaarer erectiler Wulst vorn an der Vulva.

Man unterscheidet drei Gruppen von Panzerechsen, von denen zwei, die *Teleosaurier (Amphicoelia)* und *Steneosaurier (Opisthocoelia)* ausschliesslich der Vorwelt angehören. Die erstere mit den Gattungen *Mystriosaurus* Kp. und *Teleosaurus* Geoffr. beschränkt sich auf die Juraformation, die letztere mit *Steneosaurus* Geoffr., *Cetiosaurus* Ow. etc. kommt im Jura und in der Kreide vor. Nur die dritte Gruppe der Crocodile oder Procoelia hat sich von der Kreide an durch die Tertiärzeit bis in die jetzt lebende Fauna erhalten.

Unterordnung. *Procoelia* = *Crocodilia* s. str. Panzerechsen mit procoelen Wirbeln und langem comprimirten Ruderschwanz, dessen Rückenseite einen doppelten, am Ende vereinigten Hautkamm trägt. Die Vorderfüsse mit fünf freien, die Hinterfüsse mit vier mehr oder minder durch Schwimmhäute verbundenen Zehen. Leben in den Mündungen und Lagunen grosser Ströme in den wärmeren Klimaten der alten und neuen Welt und gehen zur Nachtzeit auf Raub aus. Die hartschaligen Eier werden im Sande und in Löchern am Ufer abgesetzt.

Fam. *Crocodilidae.* Die sog. Eckzähne (vierter Unterkieferzahn) passen in einen Ausschnitt des Oberkieferrandes. Hinterfüsse mit ganzer Schwimmhaut. *Crocodilus vulgaris* Cuv., Nil. *C. rhombifer* Cuv., Cuba.

Fam. *Alligatoridae.* Schnauze breit, ohne Ausschnitt für die sog. Eckzähne des Unterkiefers. Nur halbe oder rudimentäre Schwimmhäute. *Alligator lucius* Cuv., *Caiman (Jacare) sclerops* Schn.

Fam. *Gavialidae. Rhamphostoma gangeticum* Geoffr., Ostindien. *Rhynchosuchus Schlegelii* Gray, Australien.

3. Unterclasse. **Chelonia** [1]), **Schildkröten.**

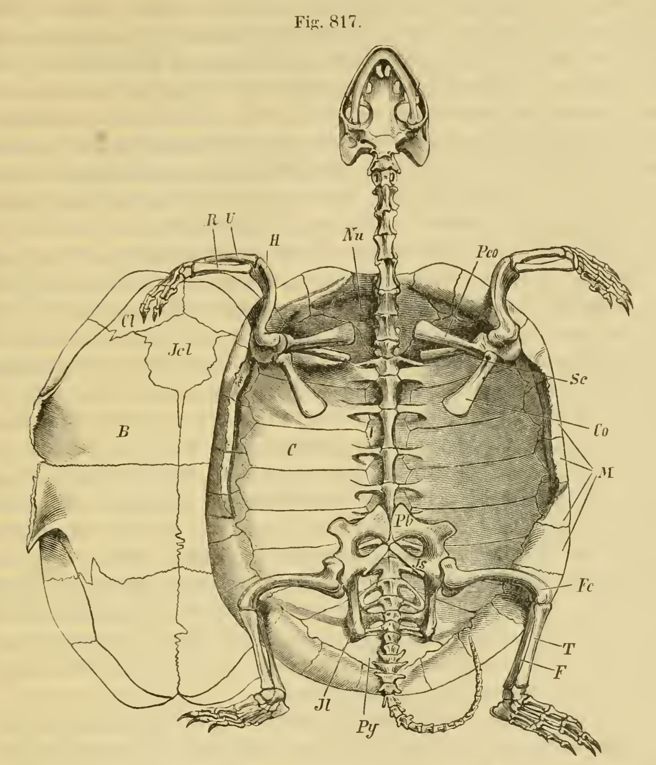
Reptilien von kurzer gedrungener Körperform, mit einem knöchernen Rücken- und Bauchschilde, mit vier Extremitäten und zahnlosen Kiefern.

---

[1]) H. Rathke, Ueber die Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig 1848. Gray, Catalogue of Shield Reptiles in the Collection of the British Museum, Part. I. London 1855, Suppl. 1870, Append. 1872. Part. II, 1872. L. Agassiz, Embryology of the turtle. Natural History of the United States, Vol. III, Part. III, 1857.

Keine andere Gruppe von Reptilien erscheint so scharf abgegrenzt und durch Eigenthümlichkeiten der Form und Organisation in dem Grade ausgezeichnet, wie die der Schildkröten. Die Umkapselung des Rumpfes mittelst eines oberen mehr oder minder gewölbten, meist knochenharten Rückenschildes und eines unteren, durch seitliche Querbrücken mit jenem ver-

Fig. 817.



Skelet von *Cistudo (Emys) europaea.* *V* Vertebralplatten, *C* Costalplatten, *M* Marginalplatten, *Nu* Nuchalplatte, *Py* Pygalplatte, *B* Brustschild, *Cl* Claviculare, *Jcl* Interclaviculare, *Sc* Scapula, *Co* Coracoideum, *Pco* Procoracoideum, *Pb* Os pubis, *Js* Os ischii, *Jl* Os ilei, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula.

bundenen Bauchschildes hat als Charakter der Schildkröten einen ähnlichen Werth wie die Befiederung und Flügelbildung in der Classe der Vögel.

Der schildförmige Hautpanzer (Fig. 817), unter welchen oft Kopf, Extremitäten und Schwanz zurückgezogen werden können, verdankt seine Entstehung accessorischen Hautknochen, mit welchen Knochen der Wirbelsäule eine innige Verbindung eingehen. Das flache Brustschild enthält neun mehr oder minder entwickelte Knochenstücke, ein vorderes unpaares *(Interclaviculare)*

und vier Paare (die vorderen als *Claviculαria* unterschieden) seitlicher Stücke, zwischen denen eine mediane, durch Haut oder Knorpel geschlossene Lücke zurückbleiben kann (*Trionyx, Chelonia* etc.). An der Bildung des umfangreichen Rückenschildes betheiligen sich oberflächliche mit den Dornfortsätzen und Rippen verschmelzende Hautknochen, sowie eine Anzahl paariger und unpaarer Knochenplatten der Haut, welche theils median im Nacken (*Nuchal*platte) und in der Kreuzbeingegend (*Pygal*platte), theils seitlich am Rande (22 *Marginal*platten) zur Ergänzung des Schildes wesentlich beitragen. Während die Knochentafeln der Medianlinie als horizontale Fortsetzungen der Dornfortsätze von acht Rumpfwirbeln (2 bis 9) erscheinen, bilden die seitlichen durch Verschmelzung mit den Rippen der acht mittleren Rumpfwirbel (2 bis 9) breite, durch zackige Nähte ineinandergreifende Querplatten, welche aufsteigende, die Rückenmuskeln frühzeitig überwölbende und verdrängende Fortsätze zu den mit den Dornfortsätzen verbundenen Tafeln entsenden. Auf der äusseren Fläche beider Schilder finden sich gewöhnlich noch grössere Platten aufgelagert, welche der verhornten Epidermis ihren Ursprung verdanken und von einigen grösseren Arten als *„Schildpatt“* verwendet werden. Diese Schilder entsprechen in ihren Umrissen keineswegs den unterliegenden Knochenstücken, ordnen sich jedoch in regelmässiger Weise derart an, dass man am Rückenschilde eine mittlere und zwei seitliche Reihen von Hautschildern und in der Peripherie einen Kreis von Randschildern, am Bauche dagegen Doppelreihen von Schildern unterscheidet.

Im Gegensatze zu dem mittleren Abschnitte der Wirbelsäule, dessen Wirbel mit dem Rückenschilde fest verbunden sind, zeigen sich die vorausgehenden und nachfolgenden Abschnitte derselben in ihren Theilen überaus verschiebbar. Zur Bildung des frei beweglichen Halses, welcher sich unter Krümmungen mehr oder minder vollkommen zwischen die Schale zurückziehen kann, werden acht lange rippenlose Wirbel verwendet. Auf die zehn rippentragenden Wirbel folgen zwei (selten drei oder mehr) unter dem Rückenschilde vorstehende Kreuzbeinwirbel nebst einer beträchtlichen Zahl von sehr beweglichen Schwanzwirbeln.

An dem ziemlich gewölbten Kopf schliessen die Schädelknochen durch Nähte fest aneinander und bilden ein breites Dach, welches sich in einen mächtig entwickelten Hinterhauptskamm fortsetzt und von paarigen Scheitelbeinen, sowie umfangreichen vorderen Stirnbeinen gebildet wird. Von den ersteren erstrecken sich absteigende lamellöse Fortsätze zu den Seiten der knorpelhäutigen Schädelkapsel bis zu dem kurzen *Basisphenoid.* Die Schläfengegend ist am vollständigsten bei den Seeschildkröten durch breite Knochenplatten überdacht, welche durch das *Postfrontale, Jugale, Quadratojugale* und *Squamosum* gebildet werden. Hinter dem die Seitenwandungen der Schädelhöhle bildenden *Prooticum* erhält sich das *Opisthoticum* selbständig. Sämmtliche Theile des Oberkiefer-Gaumenapparates sind ebenso wie das Quadratbein mit den Schädelknochen fest verbunden und untereinander durch zackige

Nähte abgegrenzt. Ein *Os transversum* fehlt. Auffallend kurz bleibt der Gesichtstheil des Schädels, dem Nasalia fehlen. Der knöcherne Gaumen wird von den breiten, mit dem unpaaren *Vomer* verbundenen *Palatina* gebildet, hinter deren Gaumenfortsätzen sich die Choanen öffnen. Auch die Flügelbeine sind sehr breit und lamellös. Zähne fehlen vollkommen, dagegen sind die kurzen Kieferknochen an ihren Rändern nach Art des Vogelschnabels mit scharf schneidenden, gezähnten Hornplatten überkleidet, mit deren Hilfe einzelne Arten heftig beissen und empfindlich verwunden können.

Die vier Extremitäten befähigen die Schildkröten zum Kriechen und Laufen auf festem Boden, indessen sind die bei den im Wasser lebenden Formen Schwimmfüsse oder Flossen. Durch die Entwicklungsgeschichte des Schildes aus Cutisverknöcherungen erklärt ist die Lage beider Extremitätengürtel und der entsprechenden Muskeln zwischen Rücken- und Bauchschild. Das Schulterblatt bildet einen aufsteigenden stabförmigen Knochen, dessen oberes Ende sich durch Band- oder Knorpelverbindung dem Querfortsatze des vordersten Brustwirbels anheftet. Ein mächtiges *Procoracoideum* erstreckt sich vom Schulterblatt nach dem unpaaren Stücke des Bauchschildes, dem er sich ebenfalls durch Knorpel- oder Bandverbindung anheftet. Das Becken stimmt mit dem Becken der Saurier nahe überein und entbehrt mit Ausnahme der Landschildkröten einer festen Verbindung mit dem Schilde.

Verdauungs- und Fortpflanzungsorgane schliessen sich theils den Crocodilen, theils den Vögeln an. Mit den ersteren theilen sie insbesondere die Bildung der männlichen Geschlechtswerkzeuge und den Besitz von freilich geschlossenen Peritonealcanälen. Hervorzuheben ist die Ausmündung der Geschlechtsausführungsgänge und Ureteren in den Hals der Harnblase, der somit als Urogenitalsinus fungirt. Die Augen liegen in geschlossenen Augenhöhlen und besitzen Lider und Nickhaut. Am Gehörorgan entwickelt sich stets eine Paukenhöhle mit weiter Tube, langer Columella und äusserlich sichtbarem Trommelfell. Die Zunge ist auf dem Boden der Mundhöhle angewachsen und nicht vorstreckbar, bei den Landschildkröten mit langen Papillen besetzt.

Nach der Tage lang währenden Begattung, bei welcher das Männchen auf dem Rücken des Weibchens getragen wird, erfolgt die Ablage einer geringen, bei den Seeschildkröten grösseren Anzahl von Eiern in Erdgruben in der Nähe des Wassers. Dieselben enthalten unter der Schale eine Eiweissschicht in der Umgebung des Dotters und werden in der Erde, von den wasserbewohnenden Schildkröten in der Nähe des Ufers verscharrt. Nach Agassiz legen die nordamerikanischen Sumpfschildkröten nur einmal im Jahre Eier ab, während sie sich zweimal, im Frühjahr und im Herbst, begatten. Die erste Begattung soll nach diesem Forscher bei *Emys picta* im siebenten Jahre, die erste Eierablage im eilften Lebensjahre erfolgen. Hiermit stimmt das langsame Wachsthum des Körpers und das hohe Alter, welches die Schildkröten erreichen.

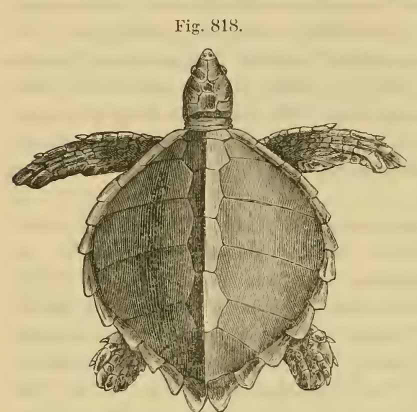
Die Schildkröten gehören grossentheils den wärmeren Klimaten an und nähren sich hauptsächlich von Vegetabilien, viele indessen auch von Mollusken, Krebsen und Fischen.

Fossil treten sie zuerst, wenn auch spärlich, im oberen weissen Jura auf, zahlreichere Reste finden sich in der Tertiärzeit.

Fam. *Cheloniadae*, Seeschildkröten. Mit flachem Rücken- und oft knorpeligem Brustschild, zwischen welche Kopf und Extremitäten nicht zurückgezogen werden können. Die letzteren sind Flossenfüsse mit unbeweglich verbundenen, von gemeinschaftlicher Haut überzogenen, meist nagellosen Zehen; die Vordergliedmassen sind weit länger als die hinteren. *Chelonia esculenta* Merr., *Ch. (Caretta) imbricata* L., Atlantischer und Indischer Ocean. *Thalassochelys caretta* L. = *corticata* Rond. (Fig. 818), Atlantischer Ocean und Mittelmeer. *Sphargis coriacea* Gray, Lederschildkröte, selten im Mittelmeer, häufiger im Atlantischen Ocean und Südsee.

Fam. *Trionycidae*, Lippenschildkröten. Mit flachem, ovalem, unvollkommen verknöchertem Rückenschild und unvollständigem Brustschild. Hals lang, zurückziehbar. Kiefer mit schneidenden Rändern, von fleischigen Lippen umgeben. Kopf und Füsse nicht einziehbar. Nasenlöcher auf längerem Rüssel. *Trionyx ferox* Merr., ein bissiges Thier, in den Flüssen Georgiens und Carolinas, wohlschmeckend.

Fig. 818.



Thalassochelys caretta (règne animal).

Fam. *Chelydae*, Lurchschildkröten. Mit gewölbtem verknöchertem Rückenschild, welches mit dem Brustschilde verwachsen ist. Kopf und Füsse nicht einziehbar. Letztere enden mit freien, durch Schwimmhäute verbundenen und bekrallten Zehen. *Chelys fimbriata* Schweig., Matamata, Südamerika.

Fam. *Emydae*, Süsswasserschildkröten. Rückenschild mässig flach, Brustschild meist klein. Füsse dick, mit frei beweglichen, durch Schwimmhäute verbundenen Zehen. Sie schwimmen vortrefflich, bewegen sich auch geschickt auf dem Lande und halten sich vorzugsweise in langsam fliessenden Flüssen und Teichen auf. *Cistudo* (*Emys* Wagl.) *europaea* Schneid., die gemeine Dosenschildkröte, in Südeuropa und im Osten Deutschlands. *Emys* (*Clemmys* Wagl.) *caspica* Schweig., Caspisches Meer, Dalmatien, Griechenland. *Chelydra serpentina* L., mit sehr scharfen Kiefern, Schweifschildkröte, Nordamerika.

Fam. *Chersites*, Landschildkröten. Mit hohem, gewölbtem, verknöchertem Rückenschild, Kopf und Füsse einziehbar. Die Zehen unbeweglich, bis an die stumpfen Nägel zu dicken Klumpfüssen mit schwieliger Sohle verbunden. Bewohnen feuchte und bewachsene Gegenden der wärmeren und heissen Klimata und leben von Pflanzen, aber auch von Würmern und Schnecken. *Testudo graeca* L., Griechenland, Dalmatien, Orsova. *T. nemoralis* Aldr. = *marginata*, Griechenland und Süditalien. *T. tabulata* Daud., in Amerika.

IV. Classe. Aves[1]), Vögel.

Eierlegende, befiederte Warmblüter mit vollständig getrenntem rechtem und linkem Herzen, einfachem Condylus des Hinterhauptes und zu Flügeln ausgebildeten Vordergliedmassen.

Im Gegensatze zu den wechselwarmen Vertebraten besitzen Vögel und Säugethiere eine hohe Eigenwärme ihres Blutes, die sich trotz der wechselnden Temperatur des äusseren Mediums ziemlich constant erhält. Die Eigenwärme setzt eine grössere Energie des Stoffwechsels voraus. Die Flächen sämmtlicher vegetativen Organe, insbesondere von Lunge, Niere und Darmcanal, besitzen bei den Warmblütern (*homoeothermen* Thieren) einen relativ (bei gleichem Körpervolum) grösseren Umfang als bei den Kaltblütern, die Verrichtungen der Verdauung, Blutbereitung, Circulation und Respiration steigern sich zu weit höherer Energie. Bei dem Bedürfnisse reichlicherer Nahrung nehmen die Processe des vegetativen Lebens einen rascheren Verlauf, und wie zu ihrer eigenen Unterhaltung die hohe und gleichmässige Temperatur des Blutes nothwendige Bedingung ist, so erscheinen sie selbst als die Hauptquelle der erzeugten Wärme. Da die Wärmeverluste bei sinkender Temperatur des äusseren Mediums grösser werden, so müssen sich die Verrichtungen der vegetativen Organe in der kälteren Jahreszeit und in nördlichen Klimaten bedeutend steigern.

Neben der stetigen Zufuhr neuer Wärmemengen kommt für die Erhaltung der constanten Temperatur des Warmblüters noch ein zweites Moment in Betracht, der durch die Körperbedeckung verliehene Wärmeschutz. Während die wechselwarmen Wirbelthiere eine nackte oder bepanzerte Haut besitzen, tragen die Vögel und Säugethiere eine aus Federn und Haaren gebildete, mehr oder minder dichte Bekleidung, welche die Ausstrahlung der Wärme in hohem Grade beschränkt. Dagegen entwickeln die grossen Wasserbewohner mit spärlicher Hautbekleidung unter der Cutis mächtige Fettlagen als wärmeschützende und zugleich hydrostatische Einrichtungen.

Ueberall besteht zwischen den Factoren, welche die Wärmeableitung begünstigen, und den Bedingungen des Wärmeschutzes und der Wärmebildung ein Wechselverhältniss complicirter Art, welches trotz mannigfacher Schwankungen in der Grösse seiner einzelnen Glieder die Ausgleichung der verlorenen und gewonnenen Wärme zur Folge hat. Einige Säugethiere ver-

---

[1]) Joh. Andr. Naumann, Naturgeschichte der Vögel Deutschlands. 13 Bde. Stuttgart 1846—1860. Naumannia, Archiv für Ornithologie, herausgegeben von Ed. Baldamus. Köthen 1849. Journal für Ornithologie, herausgegeben von J. Cabanis. Cassel 1853—1874. Ibis, Journal of Ornith. 1859—1874. Tiedemann, Anatomie und Naturgeschichte der Vögel. Heidelberg 1810—1814. C. E. v. Baer, Entwicklungsgeschichte der Thiere. I und II, 1828—1837. Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1850—1855. Huxley, On the Classification of Birds. 1867. Max Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel. 1. u. 2. Theil. Amsterdam 1888.

mögen nur für beschränkte Grenzen der schwankenden Temperatur ihre Eigenwärme zu bewahren; dieselben erscheinen gewissermassen als unvollkommen homoeotherm und verfallen bei zu grosser Abkühlung in einen Zustand fast bewegungsloser Ruhe und herabgestimmter Energie aller Lebensverrichtungen, in den sog. Winterschlaf. In der Classe der Vögel, deren höhere Eigenwärme keine Unterbrechung oder Beschränkung der Lebensverrichtungen gestattet, finden wir kein Beispiel von Winterschläfern, dagegen

Fig. 819.



Archaeopteryx lithographica (macrura) (Exemplar des mineralogischen Museums in Berlin), nach Dames.

haben die geflügelten Warmblüter über zahlreichere Mittel der Wärmeanpassung zu verfügen; insbesondere setzt sie die Schnelligkeit der Flugbewegung in den Stand, vor Beginn der kalten Jahreszeit ihre Wohnplätze zu verlassen und in nahrungsreiche wärmere Gegenden zu ziehen. Die gemeinsamen, über weite Länderstrecken ausgedehnten Wanderungen der Zugvögel treten gewissermassen an die Stelle des ausfallenden Winterschlafes; bei den Säugethieren, deren Organisation einen Winterschlaf zulässt, sind den Zügen der Vögel vergleichbare Wanderungen ausserordentlich selten.

Die wesentlichste Eigenthümlichkeit der Vögel, auf welche sich eine Reihe von Charakteren sowohl der äusseren Erscheinung als der inneren Organisation zurückführen lässt, ist die Flugfähigkeit. Dieselbe bedingt im Zusammenhang mit diesen Charakteren sowohl den scharfen Abschluss, als auch die verhältnissmässig grosse Einförmigkeit dieser Wirbelthierclasse, welche in der gegenwärtigen Lebewelt ohne Verbindungsglieder dasteht. Dagegen sind aus dem Solenhofer lithographischen Schiefer Reste *(Archaeopteryx lithographica)* einer Sauropsidengruppe *(Saururae)* bekannt geworden, welche Charaktere der Eidechsen mit denen der Vögel vereinigen (Fig. 819). Für diese [1]) ist in erster Linie der Besitz eines körperlangen, aus 20 Wirbeln bestehenden Schwanztheiles der Wirbelsäule, an welchem die Federn fiederständig angeordnet waren, so dass je ein Paar einem Wirbel angehörte, charakteristisch. Der Kopf war eine Art Vogelkopf und trug im Ober-, Zwischen- und Unterkiefer Zähne. Die hintere Extremität hatte den Bau des Vogellaufes, die Hand jedoch nicht die Umbildung wie bei den Vögeln erfahren, sondern bestand aus drei mit Krallen bewaffneten noch frei beweglichen Fingern, ohne Verwachsung des Mittelhandknochens. Leider konnte über das Verhalten des Brustbeines nichts Sicheres ermittelt werden.

Dazu kamen auch noch wesentliche Besonderheiten [2]) in der Gestaltung des Rumpfes und Beckens, welche die Einbeziehung der Saururen in die Classe der Vögel *(Ornithurae)* unmöglich machen. Die Rippen waren sehr schwach und ohne Processus uncinati, so dass der Brustkorb noch der Festigkeit entbehrte, welche die Carinaten mit vollkommenem Flugvermögen auszeichnet. Das Sacrum fasste nur 6 Wirbel, zu denen noch zwei freie Lendenwirbel hinzukamen. Auch war die vordere Extremität noch neben der hinteren zur Bewegung am Boden und zum Klettern verwendet, und der Flug wahrscheinlich nur ein Weitertragen des beim Sprunge durch die ausgebreitete Flügelfläche fallschirmartig gestützten Körpers.

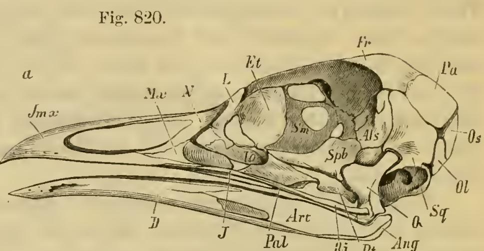
---

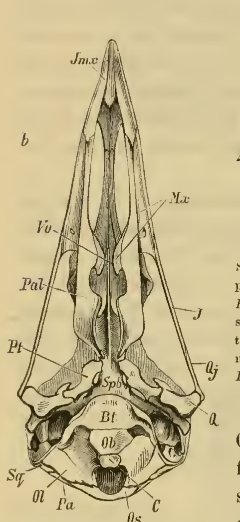
[1]) W. Dames, Ueber Archaeopteryx. Berlin 1884.

[2]) Es kann nur als Missgriff bezeichnet werden, wenn man so weit gegangen ist, *Archaeopteryx* wegen der Form der Federn mit Kiel und fester Fahne zu den Carinaten zu stellen und somit in einen engern Verband mit den wahren Vögeln *(Euornithes)* zu bringen, wie er unter diesen zwischen den *Carinaten* und *Ratiten* besteht. Wohl ist es sicher, dass die *Saururen* eine den Euornithes nahestehende Sauropsidengruppe vorstellen; indessen ist doch nach den bisher bekannt gewordenen Befunden der beiden leider unvollständig erhaltenen Exemplare von *Archaeopteryx* zu schliessen, der Gegensatz beider Abtheilungen ein recht bedeutender, und es ist keineswegs erwiesen, dass die ersteren ein directes Glied in der Stammesentwicklung der Vögel repräsentiren. Die Besonderheiten in der bereits hohen Specialisirung von Flügel und Schwanz im Zusammenhang mit zahlreichen anderen Eigenthümlichkeiten des Skelets (Rippen ohne Hakenfortsätze) machen es wahrscheinlich, dass die *Archaeopterygier* eine Seitenlinie des Vogelstammes repräsentiren, welche, ähnlich wie unter den Hufthieren die ausgestorbenen Typen mit sog. inadaptiven Charakteren im Fussbau, den Kampf um die Existenz mit ihren zum Fluge ungleich günstiger gestalteten Verwandten nicht bestehen konnten und deshalb frühzeitig wieder verschwinden mussten.

Die gesammte Körpergestalt des Vogels entspricht den beiden Hauptformen der Bewegung, dem durch die vordere Extremität vermittelten Fluge und dem ausschliesslich durch das hintere Gliedmassenpaar bewirkten Gehen und Hüpfen auf dem Erdboden. Bei dieser letztern Bewegung stützt sich der eiförmige Rumpf in schräg horizontaler Lage auf die beiden säulenartig erhobenen hinteren Extremitäten, deren Fussfläche einen verhältnissmässig umfangreichen Raum umspannt. Nach hinten setzt sich der Rumpf in einen kurzen rudimentären Schwanz fort, dessen letzter Wirbel einer Gruppe von steifen Steuer- oder Schwanzfedern zur Stütze dient, nach vorne in einen langen beweglichen Hals, auf welchem ein leichter rundlicher Kopf mit vorstehendem hornigen Schnabel balanzirt. Die Flügel liegen in der Ruhe zusammengefaltet den Seitentheilen des Rumpfes an.

Fig. 820.





Schädel von *Otis tarda*, *a* von der Seite, *b* von unten gesehen. *Ob* Occipitale basale, *C* Condylus, *Ol* O. laterale, *Os* O. superius, *Sq* Squamosum, *Bt* Basitemporale (Parasphenoideum), *Spb* Sphenoidale basale, *Als* Alisphenoideum, *Sm* Septum interorbitale, *Et* Ethmoideum impar, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *N* Nasale, *L* Lacrymale, *J* Jugale, *Qj* Quadratojugale, *Q* Quadratum, *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *D* Dentale, *Art* Articulare, *Ang* Angulare.

Wie in der besonderen Gestaltung sämmtlicher Organsysteme Beziehungen zur Erleichterung der fortzubewegenden Körpermasse nachzuweisen sind, so erscheint besonders für den Bau des Knochengerüstes die Herabsetzung des Gewichtes massgebend. Dieselbe wird erreicht durch die *Pneumaticität*. Die Knochen enthalten Lufträume, welche durch Oeffnungen der überaus dichten und festen, aber auf eine verhältnissmässig dünne Lage beschränkten Knochensubstanz mit den Luftsäcken des Körpers communiciren. Die Pneumaticität ist bei denjenigen Vögeln am höchsten ausgebildet, welche mit einem raschen und ausdauernden Flugvermögen eine bedeutende Grösse verbinden (Albatros, Nashornvögel, Pelikan); hier erscheinen sämmtliche Knochen mit Ausnahme der Jochbeine und des Schulterblattes pneumatisch, im Gegensatze hierzu kann bei kleinen guten Fliegern die Pneumaticität sehr beschränkt sein *(Sterna, Larus)*; bei den Ratiten (Strauss), welche das Flugvermögen verloren haben, sind die meisten Knochen mit Mark gefüllt.

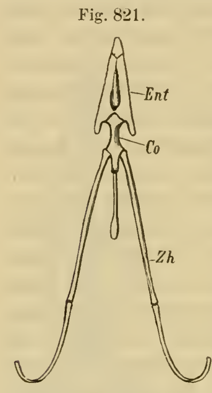
Am Kopfe (Fig. 820) verwachsen die Schädelknochen, die Strausse ausgenommen, sehr frühzeitig zur Bildung einer leichten und festen Schädelkapsel, welche mittelst eines einfachen Condylus auf dem Atlas articulirt. *Squamosum* und Felsenbein *(Prooticum, Epioticum, Opisthoticum)* verschmelzen zu einem einzigen, mit dem *Occipitale* vereinigten Knochen, an welchem sich das Quadratbein einlenkt. An der Bildung der Schädeldecke betheiligen sich die *Parietalia,* sowie vornehmlich die umfangreichen Stirnbeine, welche fast den gesammten oberen Rand der grossen, bei den Papageien durch einen unteren Ring geschlossenen Augenhöhlen begrenzen. Ein selbstständiges *Lacrymale* tritt am vorderen Rande der Orbita auf. Ethmoidalregion und Schädelkapsel sind durch ein ansehnliches interorbitales Septum weit getrennt. Das letztere, zuweilen noch mit Resten der verschmolzenen *Orbitosphenoide,* bleibt häufig in seiner mittleren Partie häutig und ruht auf einem langgestreckten, dem *Basisphenoideum* entsprechenden Knochenstab. Dazu kommen an der Basis der Temporalregion zwei mit einander verwachsene Knochen, die wahrscheinlich auf ein *Parasphenoideum* zurückzuführenden *Basitemporalia* (Parker). Ueberall treten selbstständige *Alisphenoids* auf. Die Siebbeinregion besteht aus einem in der Verlängerung des Septum interorbitale gelegenen, vertical stehenden *Ethmoideum impar* und seitlichen, die Augen- und Nasenhöhlen trennenden Abschnitten *(Ethm. lateralia),* durch welche der Olfactorius in die Nasenhöhle tritt. Dieselben können muschelförmig aufgetrieben sein und Siebbeinzellen enthalten. Vor ihnen entwickeln sich die beiden Nasenhöhlen mit ihrem knöchernen oder knorpeligen Septum, welches in der Verlängerung des unpaaren Siebbeinabschnittes zwei aufgerollten, zuweilen auch am Vomer befestigten Muscheln Ansatz gewährt. Die Gesichtsknochen vereinigen sich zur Herstellung eines weit vorragenden mit Hornrändern bekleideten Schnabels, der mit dem Schädel mehrfach in beweglicher Verbindung steht. Das Suspensorium des Unterkiefers und der Oberkiefer-Gaumenapparat verschieben sich mittelst besonderer Gelenkeinrichtungen am Schläfenbein und an entsprechenden Fortsätzen des Basisphenoids. Das am Schläfenbein eingelenkte Quadratbein bildet ausser der Gelenkfläche des Unterschnabels bewegliche Verbindungen sowohl mit dem langen stabförmigen Jochbein *(Quadratojugale),* als mit dem meist griffelförmigen, schräg nach innen verlaufenden Flügelbeine, während die Basis des Oberschnabels unterhalb des Stirnbeines eine dünne elastische Stelle zeigt, oder von dem Stirnbein durch eine quere bewegliche Naht abgesetzt ist. Bewegt sich beim Oeffnen des Schnabels der Unterschnabel abwärts, so wird der auf das Quadratbein ausgeübte Druck zunächst auf die stabförmigen Jochbeine und Flügelbeine übertragen, von diesen aber pflanzt er sich theils direct, theils vermittelst der Gaumenbeine auf den Oberschnabel fort, so dass sich der letztere mehr oder minder emporrichten muss. Beim Oeffnen des Schnabels hebt sich also auch der Oberschnabel an der Spitze empor. Den grössten Theil des Oberschnabels

bildet der unpaare Zwischenkiefer, mit dessen seitlichen Schenkeln die Oberkieferknochen verwachsen, während ein mittlerer oberer Fortsatz zwischen den Nasenöffnungen aufsteigt und sich an der inneren Seite der Nasenbeine mit dem Stirnbein verbindet.

Das Zungenbein (Fig. 821) läuft in einen hinteren Stab aus, seine Hörner sind meist zweigliedrig und entbehren der Verbindung mit dem Schädel, erstrecken sich aber zuweilen bogenförmig gekrümmt über den Schädel bis zur Stirn (Specht). Dann wird durch dieselben in Verbindung mit der Muskulatur ihrer Scheide ein Mechanismus (Federdruck) zum Vorschnellen der Zunge hergestellt.

An der *Wirbelsäule* (Fig. 822) unterscheidet man einen sehr langen beweglichen Hals, eine feste Rücken- und Beckenregion und einen rudimentären, nur wenig beweglichen Schwanz. *Die Sonderung von Brust und Lendengegend,* wie sie für die Säugethiere gilt, *wird bei den Vögeln vermisst,* da sämmtliche Rückenwirbel Rippen tragen und *die der Lendengegend entsprechende Region mit in die Bildung des Kreuzbeines* einbezogen ist. Auch erscheint die Hals- und Rückengegend nicht scharf abgegrenzt, indem die Halswirbel wie bei den Crocodilen Rippen besitzen, welche mit den Querfortsätzen unter Bildung eines Foramen transversarium verschmelzen. Der lange und überaus frei bewegliche Hals enthält 9 bis 23 Wirbel (Schwan). Die kürzeren Rückenwirbel bleiben stets auf eine geringere Zahl (5—10) beschränkt, haben obere und untere Dornfortsätze und tragen sämmtlich Rippen, an deren unterem Ende sich unter einem nach hinten vorspringenden Wirbel in gelenkiger Verbindung *Sternocostal*knochen anheften, welche andererseits an dem Brustbeinrande articuliren und bei ihrer Streckung das Brustbein von der Wirbelsäule entfernen. Da sich aber die Rippen durch hintere Fortsätze *(Processus uncinati)* aneinander fest anlegen, so muss die Bewegung der Sternocostalknochen den Thorax in toto betreffen und erweitern (Inspiration). Das Brustbein ist ein breiter und flacher Knochen, welcher nicht nur die Brust, sondern auch einen grossen Theil des Bauches bedeckt und sich in einen kielförmigen Kamm zum Ansatz der Flugmuskeln fortsetzt *(Carinatae).* Nur da, wo die Flugbewegung zurücktritt oder ganz verschwindet, verkümmert dieser Kamm des Brustbeins bis zum gänzlichen Schwunde *(Ratitae).* Auf die rippentragenden Rückenwirbel folgt ein ziemlich umfangreicher Abschnitt der Wirbelsäule, welcher der Lenden- und Kreuzbeingegend entspricht, indessen auch für jene durch die Verschmelzung zahlreicher Wirbel sowohl unter einander, als mit den langen Hüftbeinen des Beckens die

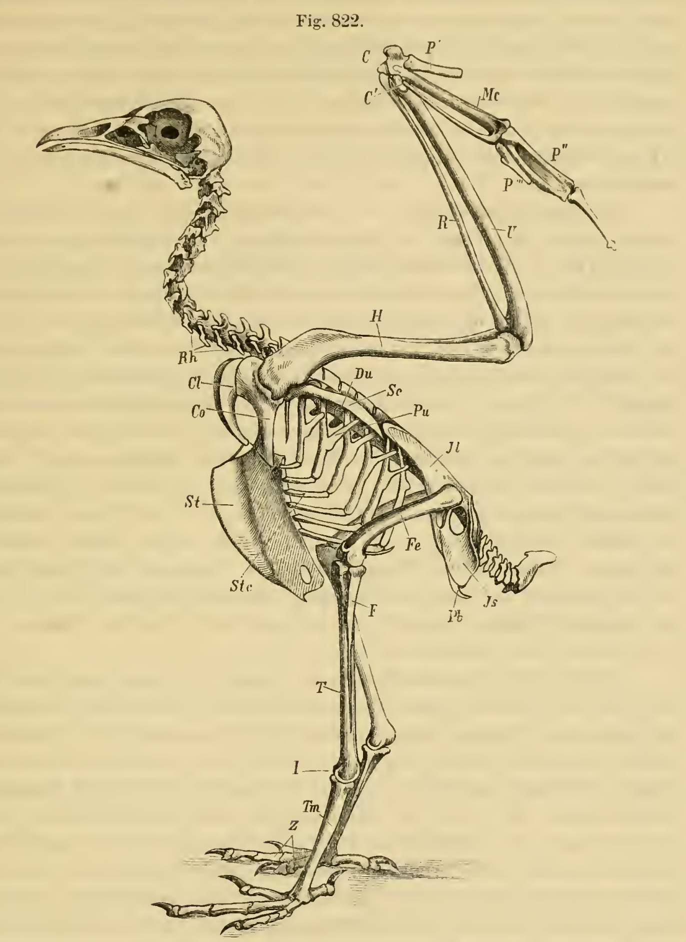
Fig. 821.



Zungenbein von *Corvus cornix*, *Co* Zungenbeinkörper, *Zh* Zungenbeinhorn, *Ent* Os entoglossum.

Charaktere des Kreuzbeines zeigt. In dem sehr langgestreckten, an 16 bis 20 und mehr Wirbel in sich fassenden Sacrum lässt sich ein Lumbartheil (Praesacralwirbel) nachweisen, in welchen fast immer noch ein bis zwei Rippen

Fig. 822.



Skelet von *Neophron percnopterus*. *Rh* Halsrippen, *Du* untere Dornfortsätze der Brustwirbel, *Cl* Clavicula, *Co* Coracoideum, *Sc* Scapula, *St* Sternum, *Stc* Sternocostalia, *Pu* Processus uncinati der Brustrippen, *Jl* Os ilei, *Js* Os ischii, *Pb* Os pubis, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *C C'* Carpus, *Mc* Metacarpus, *P' P'' P'''* Phalangen der drei Finger. *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *Tm* Tarso-Metatarsus, *I* Intertarsalgelenk, *Z* Zehen.

tragende Rückenwirbel einbezogen sind. Dann folgt das eigentliche, aus zwei den Sacralwirbeln der Eidechsen und Crocodile gleichwerthigen Wirbeln gebildete Sacrum, welches in der Nähe der Pfanne des Hüftgelenks durch Seiten-

fortsätze (mit eingeschmolzenen Rippen) die Hauptstütze des Beckens bildet *(Acetabularwirbel)*, und endlich ein aus der vorderen Gruppe der Caudalwirbel hervorgegangener postsacraler Abschnitt, in welchem 3 bis 7 Wirbel enthalten sind. Der nun folgende kurze Schwanztheil besteht in der Regel aus etwa 7 beweglichen Wirbeln, von denen der letzte eine senkrechte, seitlich zusammengedrückte Platte darstellt, an welcher sich die Muskeln zur Bewegung der Steuerfedern des Schwanzes anheften. Dieser hohe pflugschaarförmige Endkörper ist aus 5 bis 6 Wirbeln entstanden, so dass die Reduction der Schwanzwirbelzahl der Saururae *(Archaeopteryx)* gegenüber keineswegs so beträchtlich ist.

Die Eigenthümlichkeiten der vorderen Extremität stehen mit der Umbildung dieser zum Flügel im Zusammenhang. Die Verbindung derselben mit dem Thorax ist eine überaus feste, da Flugorgane, deren Bewegung einen grossen Aufwand von Muskelkraft voraussetzt, die erforderlichen Stützpunkte am Rumpfe bedürfen. Während die *Scapula* als langer sichelförmiger Knochen der Rückenseite des Brustkorbes aufliegt, erscheinen die Schlüsselbeine und Rabenbeine als säulenartige Stützen des Schultergelenkes am Sternum befestigt. Die beiden Schlüsselbeine sind zum Gabelknochen verwachsen *(Furcula)*. Die Extremität besteht aus einem kurzen *Humerus*, einem längeren, aus *Radius* und *Ulna* gebildeten Vorderarm und der reducirten Hand. Diese enthält nur zwei Carpalknochen, ein verlängertes, aus drei verschmolzenen Metacarpalknochen gebildetes Mittelhandstück und drei Finger, den die sog. Alula (Afterflügel) tragenden Daumen, einen zweiten grossen mittleren und einen kleinen dritten Finger. Oberarm, Unterarm und Hand legen sich im Zustande der Ruhe so aneinander, dass der Oberarm nach hinten, der längere Unterarm ziemlich parallel nach vorne gerichtet ist und die Hand wieder nach hinten umbiegt.

Der Gürtel der hinteren Extremität erscheint als langgestrecktes, mit einer grossen Zahl von Wirbeln verbundenes Becken, welches mit Ausnahme des zweizehigen Strausses ohne Symphyse der Schambeine bleibt. Der kurze kräftige Oberschenkel ist schräg horizontal nach vorne gerichtet und zwischen Fleisch und Federn am Bauch verborgen, so dass das Kniegelenk äusserlich nicht sichtbar wird. Der um vieles längere und umfangreichere Unterschenkel entspricht vorzugsweise dem Schienbeine *(Tibia)*, da das Wadenbein *(Fibula)* als griffelförmiger Knochen an der äusseren Seite des ersteren ganz rudimentär bleibt. Fast überall folgt auf den Unterschenkel noch ein langer nach vorne gerichteter Röhrenknochen, der Lauf oder *Tarso-Metatarsus*, welcher aus den verschmolzenen Fusswurzelknochen der distalen Reihe und den Mittelfussknochen entstanden ist und bei einer überaus variabeln Grösse die Länge des Beines bestimmt. An seinem unteren Ende spaltet er sich in drei mit Gelenkrollen versehene Fortsätze für den Ansatz von eben so viel Zehen, zeigt aber überall da, wo eine vierte Zehe vorhanden ist, am Innenrande noch ein kleines Knochenstück, an welches sich

diese vierte innere Zehe anschliesst. Die drei oder vier (nur in einem Falle auf zwei reducirten) Zehen bestehen aus mehreren Phalangen, deren Zahl von innen nach aussen in der Art zunimmt, dass die erste Zehe zwei, die vierte äussere Zehe fünf Glieder besitzt.

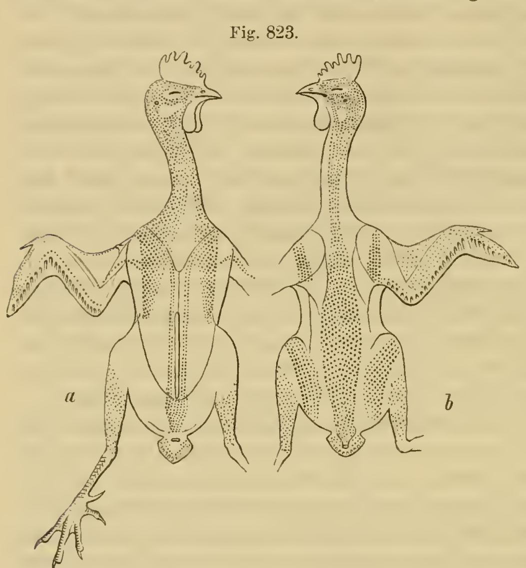
Im Zusammenhange mit dem Flugvermögen ist die Brustmuskulatur (vornehmlich der *Pectoralis major*) mächtig entwickelt. Auch verdient eine eigenthümliche Muskeleinrichtung an der hinteren Extremität erwähnt zu werden, welcher zufolge die Zehen des Vogels im Sitzen mechanisch gebeugt sind.

Der wichtigste Charakter in der äusseren Erscheinung des Vogels ist die *Federbekleidung.* Nur an wenigen Stellen bleibt die Haut nackt, so am Schnabel und an den Zehen, sodann meist am Laufe, zuweilen auch am Halse (Geier) und selbst am Bauche (Strauss), sowie an fleischigen Hautauswüchsen des Kopfes und Halses (Hühnervögel und Geier). Während die nackte Haut am Schnabelgrunde als sog. Wachshaut *(Ceroma)* weich bleibt, verhornt sie gewöhnlich an den Schnabelrändern, die nur ausnahmsweise weich sind (Enten, Schnepfen) und dann überaus nervenreich als feines Tastorgan dienen. In gleicher Weise verhornt die Haut an den Zehen und am Laufe zur Bildung einer festen, zuweilen körnigen, häufiger in Schuppen, Schilder und Schienen gegliederten Horndecke, die systematisch wichtige Kennzeichen abgeben kann. Bildet dieselbe eine lange zusammenhängende Hornscheide an der Vorderfläche und an den Seiten des Laufes, so heisst der Lauf *„gestiefelt“* (Drosseln und Singvögel). Als besondere Horngebilde sind die Nägel an den Zehen, ferner die sog. Sporen am hinteren und inneren Rande des Laufes bei männlichen Hühnervögeln, sowie zuweilen am Daumengliede des Flügels (*Parra,* Wehrvogel etc.) hervorzuheben.

Die Federn der Vögel entsprechen den Haaren der Säugethiere und entstehen gleich diesen in sackförmigen, von der Epidermis ausgekleideten Einstülpungen der Cutis. Im Grunde der Einstülpung (Balg) findet sich eine gefässreiche Hautpapille, deren Zellenbelag unter lebhafter Wucherung die Anlage von Haar oder Feder bildet, welcher die epidermoidale Auskleidung des Sackes von aussen als Scheide anliegt. An der Feder unterscheidet man den Achsentheil oder Stamm mit Spule *(calamus)* und Schaft *(rhachis)* von der Fahne. Die drehrunde hohle Spule steckt in der Haut und umschliesst die vertrocknete Papille (Seele); der Schaft ist der vorstehende markhaltige Theil des Stammes, dessen Seiten zahlreiche schräg aufwärts steigende Aeste tragen, die mit ihren ansitzenden Theilen die Fahne *(vexillum)* zusammensetzen. Ueber die untere, etwas concave Seite des Schaftes zieht sich von dem Ende der Spule bis zur Spitze eine tiefe Längsrinne hin, in deren Grunde eine zweite Feder, der *Afterschaft,* entspringt, welcher ebenso wie der Hauptschaft zweizeilig angeordnete Aeste entsendet, aber nur selten (Casuar) die Länge des Hauptschaftes erreicht, häufiger dagegen (Schwung- und Steuerfedern) vollständig ausfällt. Die Aeste *(rami)* entsenden zweizeilig angeordnete Nebenstrahlen *(radii),* von denen wiederum (wenigstens an

den vorderen Reihen) Wimpern und Häkchen ausgehen können, welche durch ihr gegenseitiges Ineinandergreifen den festen Zusammenhang der Fahne herstellen. Nach der Beschaffenheit des Stammes und der Aeste unterscheidet man *Conturfedern (pennae)* mit steifem Schaft und fester Fahne, *Dunen (plumae),* mit schlaffem Schaft und schlaffer Fahne, deren Aeste rundliche oder knotige, der Häkchen entbehrende Strahlen tragen, endlich *Fadenfedern (filoplumae)* mit dünnem borstenartigen Schaft, an dem die Fahne verkümmert oder fehlt. Die ersteren bestimmen die äusseren Umrisse des Gefieders und erlangen als Schwungfedern in den Flügeln und als Steuerfedern im Schwanze den bedeutendsten Umfang. Die Dunen bilden in der Tiefe des Gefieders, von den Conturfedern bedeckt, die wärmeschützende Decke. Die Fadenfedern dagegen finden sich mehr zwischen den Conturfedern vertheilt und erlangen am Mundwinkel das Ansehen steifer Borsten *(vibrissae).* Uebrigens gibt es zwischen diesen Hauptformen von Federn zahlreiche Uebergangsformen. Im Herbste findet ein vollständiger Federwechsel statt *(Herbstmauser),* wogegen die *Frühlingsmauser,* durch welche der Vogel sein *Hochzeitskleid* erhält, nur selten mit einer vollständigen Neubildung des Gefieders verbunden ist, in der Regel nur auf einer Verfärbung (wahrscheinlich chemischen Veränderung des vorhandenen Pigmentes) des Gefieders und wohl auch auf einer mechanischen Abstossung gewisser Federtheile beruht. Talgdrüsen und Schweissdrüsen fehlen den Vögeln, dagegen findet sich oft oberhalb der letzten Schwanzwirbel eine zweilappige Drüse mit einfacher Ausführungsöffnung, die sog. *Bürzeldrüse,* deren schmieriges Secret zum Einölen der Federn dient.

Fig. 823.



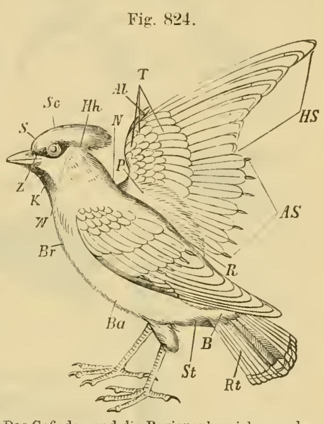
Pterylen und Apterien von *Gallus bankiva,* nach Nitzsch. *a* Die Bauchseite, *b* die Rückenseite.

Nur selten *(Dromaeus, Apteryx, Aptenodytes)* breitet sich die Federbekleidung ununterbrochen über die gesammte Körperhaut aus, meist sind

die Conturfedern in Reihen, sog. Federfluren *(Pterylae)* angeordnet, zwischen denen nackte (oder wenigstens nur mit Dunen besetzte) Felder, sog. Raine *(Apteria)* bleiben (Fig. 823). Die Form und Vertheilung dieser Felder bietet systematisch verwendbare Modificationen.

Die Gruppirung der Federn an den Vordergliedmassen und am Schwanze bedingt die Verwendbarkeit jener als Flügel und des Schwanzes als Steuer. Der Flügel stellt gewissermassen einen in zwei Gelenken, dem Ellbogen- und Handgelenk, faltbaren Doppelfächer dar, dessen Fläche durch die grossen Schwungfedern an der Unterseite von Hand und Unterarm, zum Theil aber auch durch besondere Hautsäume zwischen Rumpf und Oberarm und zwischen Oberarm und Unterarm gewonnen wird. Der untere Hautsaum erscheint für die Verbindung des Flügels am Rumpfe wichtig, die obere Flughaut dagegen erhält durch ein elastisches Band, welches sich an ihrem äusseren Rande zwischen Schulter und Handgelenk ausspannt, eine Beziehung zu dem Mechanismus der Flügelentfaltung, indem das Band bei der Streckung des Vorderarmes einen Zug auf die Daumenseite des Handgelenkes ausübt und die gleichzeitige Streckung der Hand veranlasst. Die grossen Schwungfedern *(Remiges)* heften sich längs des unteren Randes von Hand und Vorderarm an, und zwar in der Regel zehn Handschwingen oder Schwungfedern erster Ordnung von der Flügelspitze bis zum Handgelenk der Flügelbeuge, und eine beträchtlichere variable Zahl kleinerer Armschwingen oder Schwungfedern zweiter Ordnung am Vorderarm bis zum Ellbogengelenk (Fig. 824). Eine Anzahl von Deckfedern am oberen Ende des Oberarmes bezeichnet man als Schulterfittich *(Parapterum)* und einige dem Daumengliede angeheftete (zuweilen durch einen Sporn ersetzte) Federn der Flügelbeuge als Afterflügel *(Alula)*. Sämmtliche Schwingen werden am Grunde von kürzeren Federn überdeckt, welche in dachziegelartig übereinanderliegenden Reihen als Deckfedern *(Tectrices)* den Schluss der Flugfläche herstellen. In einzelnen Fällen kann der Flügel so sehr verkümmern, dass das Flugvermögen überhaupt verloren geht, ein Verhältniss, das wir sowohl bei einzelnen Lauf- und Landvögeln (Riesenvögel, Kiwi und Strauss), als bei gewissen Wasservögeln (Pinguine) antreffen.

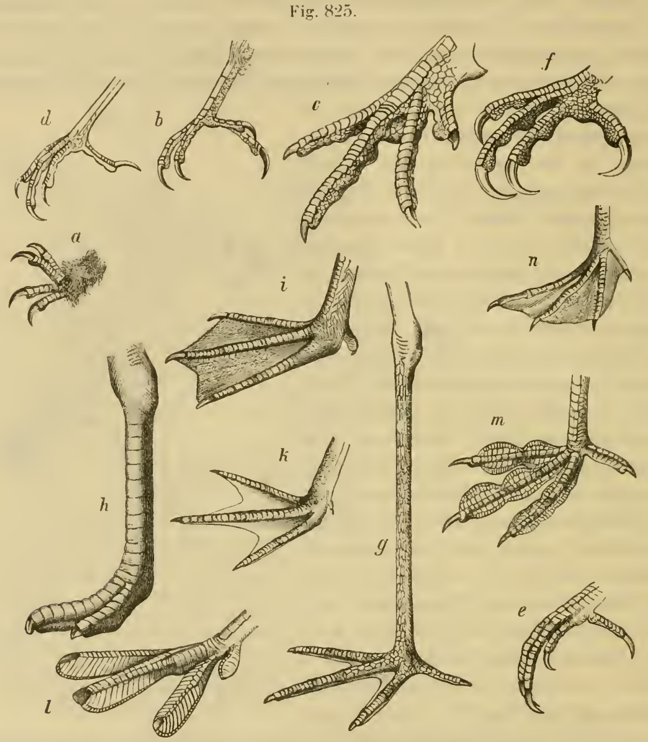
Fig. 824.



Das Gefieder und die Regionenbezeichnung desselben von *Bombycilla garrula*, nach Reichenbach, etwas modificirt. *S* Stirn, *Sc* Scheitel, *Hh* Hinterhaupt, *Z* Zügel, *W* Wange, *N* Nacken, *R* Rücken, *K* Kehle, *Br* Brust, *Ba* Bauch, *St* Steiss, *B* Schwanzdecke (Bürzel), *Rt* Schwanz mit den Steuerfedern (Rectrices), *Hs* Schwingen erster Ordnung (Handschwingen), *As* Schwingen zweiter Ordnung (Armschwingen), *T* Deckfedern (Tectrices), *P* Schulterfittig (Parapterum), *Al* Eck- oder Afterflügel (Alula).

Die grossen Conturfedern des Schwanzes heissen Steuerfedern *(Rectrices)*, weil sie während des Fluges zur Steuerung der Bewegung benützt werden. Gewöhnlich finden sich 12 (zuweilen 10 oder 20 und mehr) Steuerfedern in der Art am letzten Schwanzwirbel befestigt, dass sie sowohl einzeln bewegt und fächerartig nach den Seiten entfaltet, als in toto emporgehoben und gesenkt werden können. Die

Fig. 825.



Die wichtigsten Fussformen der Vögel. *b, c, d, f, n* aus règne animal. *a* Pes adhamans von *Cypselus apus*, *b* P. scansorius von *Picus capensis*, *c* P. ambulatorius von *Phasianus colchicus*, *d* P. fissus von *Turdus torquatus*. *e* P. gressorius von *Alcedo ispida*, *f* P. insidens von *Falco biarmicus*, *g* P. colligatus von *Myctebia senegalensis*, *h* P. cursorius von *Struthio camelus*, *i* P. palmatus von *Mergus merganser*, *k* P. semipalmatus von *Recurvirostra avocetta*, *l* P. fissipalmatus von *Podiceps cristatus*, *m* P. lobatus von *Fulica atra*, *n* P. steganus von *Phaëton aethereus*.

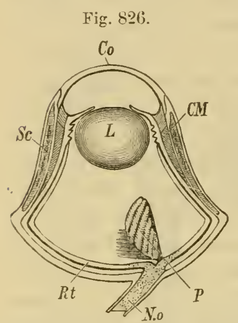
Wurzeln der Steuerfedern sind von zahlreichen Deckfedern umgeben, die in einzelnen Fällen eine aussergewöhnliche Form und Grösse erlangen und als Schmuckfedern eine Zierde des Vogels bilden (Pfau). Fällt das Flugvermögen hinweg, so gibt auch der Schwanz seine Bedeutung als Steuer auf, die Steuerfedern verkümmern oder fallen vollständig aus. Immerhin

aber können in solchen Fällen einzelne Deckfedern als Zier- und Schmuckfedern eine ansehnliche Grösse erlangen.

Die Hintergliedmassen, welche vornehmlich die Bewegung des Vogels auf festem Boden vermitteln, zeigen nach der besonderen Bewegungsart des Vogels zahlreiche Verschiedenheiten. Zunächst unterscheidet man *Gangbeine (P. gradarii)* und *Wadbeine (P. vadantes)* (Fig. 825). Die ersteren sind weit vollständiger befiedert und wenigstens bis zum Fersengelenk mit Federn bedeckt, variiren aber mannigfach. An denselben unterscheidet man *Klammerfüsse (P. adhamantes)* mit vier nach vorne gerichteten Zehen, *Cypselus; Kletterfüsse (P. scansorii)*, zwei Zehen sind nach vorne und zwei nach hinten gerichtet, *Picus; Spaltfüsse (P. fissi)*, drei Zehen nach vorne, eine nach hinten gerichtet, die Vorderzehen bis zum Grunde frei, *Turdus; Wandelfüsse (P. ambulatorii)*, drei Zehen nach vorne, die Innenzehe nach hinten gerichtet, Mittel- und Aussenzehe am Grunde verwachsen, *Phasianus; Schreitfüsse (P. gressorii)*, die Innenzehe steht nach hinten, von den drei nach vorne gerichteten Zehen sind Mittel- und Aussenzehe bis über die Mitte verwachsen, *Alcedo; Sitzfüsse (P. insidentes)*, die Innenzehe steht nach hinten, die drei nach vorne gerichteten Zehen sind durch eine kurze Bindehaut verbunden, *Falco*. Zuweilen kann die äussere oder innere Zehe nach vorne und hinten gewendet werden; im ersteren Falle sind es Kletterfüsse mit äusserer *(Cuculus)*, im letzteren *(Colius)* Klammerfüsse mit innerer Wendezehe. Gegenüber den Gangbeinen charakterisiren sich die Wadbeine durch die theilweise oder völlig nackten, unbefiederten Schienbeine; sie finden sich vornehmlich bei den Wasservögeln, unter denen die Stelzvögel Wadbeine mit sehr verlängertem Lauf, sog. *Stelzfüsse (P. grallarii)*, besitzen. An diesen letzteren unterscheidet man *geheftete Füsse (P. colligati)*, wenn die Vorderzehen an ihrer Wurzel durch eine kurze Haut verbunden sind, *Ciconia; halbgeheftete Füsse (P. semicolligati)*, wenn sich diese Hautverbindung auf Mittel- und Aussenzehe beschränkt, *Limosa*. Als *Lauffüsse (P. cursorii)* bezeichnet man kräftige Stelzfüsse ohne Hinterzehe mit drei *(Rhea)* oder zwei *(Struthio)* starken Vorderzehen. Die kurzen Wadbeine der Schwimmvögel, aber auch die längeren Beine der Stelzvögel stellen sich mit Rücksicht auf die Fussbildung dar als: *Schwimmfüsse (P. palmati)*, wenn die drei nach vorne gerichteten Zehen bis an die Spitze durch eine ungetheilte Schwimmhaut verbunden sind, *Anas; halbe Schwimmfüsse (P. semipalmati)*, wenn die Schwimmhaut nur bis zur Mitte der Zehen reicht, *Recurvirostra; gespaltene Schwimmfüsse (P. fissipalmati)*, wenn ein ganzrandiger Hautsaum an den Zehen hinläuft, *Podiceps; Lappenfüsse (P. lobati)*, wenn dieser die Gestalt breiter, an den einzelnen Zehengliedern eingekerbter Lappen erhält, *Fulica*. Wird die Hinterzehe mit in die Schwimmhaut aufgenommen, so bezeichnet man die Füsse als *Ruderfüsse (P. stegani)*, *Haliaeus*. Uebrigens kann die Hinterzehe bei den Schwimm- und Stelzvögeln verkümmern oder vollständig ausfallen.

Das *Gehirn* der Vögel (Fig. 106) steht seiner Ausbildung nach weit über dem Reptiliengehirn und füllt bereits die geräumige Schädelhöhle vollständig aus. Die Hemisphären entbehren zwar noch oberflächlicher Windungen, besitzen aber bereits einen rudimentären Balken (Meckel). Sie bedecken nicht nur das Zwischenhirn, sondern auch die beiden zur Seite gedrängten *Corpora bigemina*. Noch weiter schreitet die Differenzirung des Cerebellums vor, welches aus einem grossen, dem sog. Wurme der Säugethiere entsprechenden Mittelstücke und kleinen seitlichen Anhängen besteht. In Folge der Nackenbeuge des Embryo setzt sich das verlängerte Mark winkelig vom Rückenmarke ab, dessen Stränge an der hinteren Anschwellung in der Lendengegend zur Bildung eines zweiten Sinus rhomboidalis auseinanderweichen. Die Hirnnerven sind sämmtlich gesondert und verbreiten sich im Wesentlichen wie bei den Säugethieren. Das Rückenmark reicht fast bis an das Ende des Rückgratcanals.

Fig. 826.



Auge eines Nachtraubvogels, aus Wiedersheim. *Co* Cornea, *L* Linse, *Rt* Retina, *P* Pecten, *No* Nervus opticus, *Sc* Verknöcherungen der Sclerotica, *CM* Ciliarmuskel.

Unter den *Sinnesorganen* erreichen die *Augen* stets eine bedeutende Grösse und hohe Ausbildung. Ueberaus beweglich sind die Augenlider, namentlich das untere Lid und die durchsichtige Nickhaut, welche vermittelst eines eigenthümlichen Muskelapparates vor das Auge vorgezogen wird. Der Augenbulbus (Fig. 826) der Vögel enthält dadurch eine ungewöhnliche Form, dass der hintere Abschnitt mit der Ausbreitung der Netzhaut dem Segmente einer weit grösseren Kugel entspricht als der kleine vordere. Beide sind durch ein Mittelstück, welches die Gestalt eines kurzen und abgestumpften, nach vorne verschmälerten Kegels besitzt, mit einander verbunden. Am bestimmtesten prägt sich diese Gestalt des Bulbus bei den Nachtraubvögeln, am wenigsten bei den Wasservögeln mit verkürzter Augenachse aus. Ueberall findet sich hinter dem Rande der Hornhaut ein knöcherner Scleroticalring. Die Hornhaut ist mit Ausnahme der Schwimmvögel stark gewölbt, während die vordere Fläche der Linse nur bei den nächtlichen Vögeln eine bedeutende Convexität besitzt. Eine eigenthümliche (bei *Apteryx* fehlende) Bildung des Vogelauges ist der sog. *Fächer* oder *Kamm*, ein die Netzhaut durchsetzender, schräg durch den Glaskörper zur Linse verlaufender Fortsatz der Chorioidea, welcher dem sichelförmigen Fortsatze des Fisch- und Reptilienauges entspricht. Neben der Schärfe des Sehvermögens, welcher die bedeutende Grösse und complicirte Structur der Netzhaut parallel geht, zeichnet sich das Vogelauge durch den hohen Grad der Accommodationsfähigkeit aus, die vornehmlich auf die Muskeln des sog. *Ligamentum ciliare* (Krampton'scher Muskel), aber auch auf die grosse Beweglichkeit der muskulösen Iris (Erweiterung und Verengerung der Pupille) zurückzuführen ist.

Das *Gehörorgan* (Fig. 114, II), von spongiöser Knochenmasse umschlossen, besitzt drei grosse halbzirkelförmige Canäle und einen ampullenförmig erweiterten Schneckenschlauch *(Lagena)*. Der Vorhof, den man wegen seiner geringen Grösse auch als den unteren erweiterten Theil der Schnecke ansehen kann, zeigt doppelte Oeffnungen, das von dem Endstück *(Operculum)* der Columella verschlossene und nach der Paukenhöhle gerichtete *Foramen ovale* und eine zweite mehr rundliche Oeffnung, das *Foramen rotundum*, mit häutigem Verschluss. Zu dem Labyrinth kommt stets noch eine Paukenhöhle hinzu, welche mit den lufthaltigen Räumen der benachbarten Schädelknochen communicirt und durch die Eustachische Röhre dicht hinter den Choanen in den Rachen mündet. Nach aussen wird die Paukenhöhle durch ein Trommelfell abgeschlossen, in welchem sich das lange stabförmige Gehörknöchelchen, die dem Steigbügel der Säugethiere entsprechende *Columella* anheftet. Auf der äusseren Seite des Trommelfelles folgt dann ein kurzer äusserer Gehörgang, dessen Oeffnung häufig von einem Kranze grösserer Federn umstellt ist und bei den Eulen sogar von einer häutigen, ebenfalls mit Federn besetzten Klappe, einer rudimentären äusseren Ohrmuschel, überragt wird.

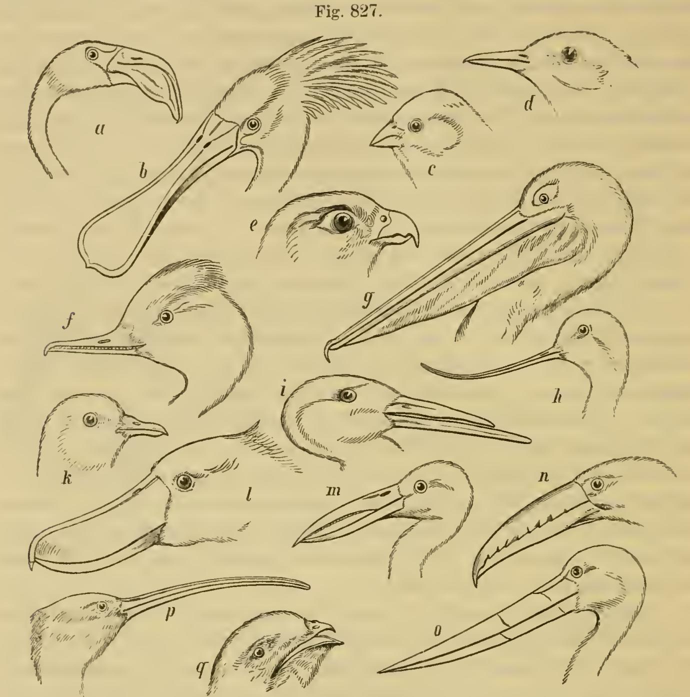
Das *Geruchsorgan* besitzt in den geräumigen, häufig durch eine unvollkommene Scheidewand *(Nares perviae)* getrennten Nasenhöhlen drei Paare von Muscheln, von denen jedoch die unteren und oberen den Vögeln eigenthümliche Bildungen vorstellen und blos die mittleren den Muscheln der übrigen Vertebraten homologe Gebilde sind. Die beiden Nasenöffnungen liegen mit Ausnahme des Kiwis der Wurzel des Oberschnabels mehr oder minder genähert, zuweilen (Krähen) von steifen Haaren verdeckt und geschützt, bei den Sturmvögeln röhrig verlängert und zusammenfliessend. Eine sog. Nasendrüse liegt meist auf dem Stirnbeine, seltener unter dem Nasenbeine oder am inneren Augenwinkel und öffnet sich mittelst eines einfachen Ausführungsganges in die Nasenhöhle.

Der *Geschmack* knüpft an die weiche papillenreiche Basis der Zunge, die nur bei den Papageien im ganzen Umfange weich bleibt, sonst überall eine festere Bekleidung besitzt und häufig auch zur Nahrungszerkleinerung wesentliche Dienste leistet. Allgemein dürfte die Zunge neben dem Schnabel als Tastorgan in Betracht kommen. Selten (Schnepfen, Enten) wird der Schnabel durch die Bekleidung mit einer weichen, an Nerven und Vater'schen Endkörperchen reichen Haut zum Sitz einer feineren Tastempfindung.

Die *Verdauungsorgane* des Vogels zeigen trotz der mannigfach wechselnden Ernährungsart einen ziemlich übereinstimmenden Bau, dessen Eigenthümlichkeiten zu dem Flugvermögen Beziehung haben. Die Kiefer sind von einer harten Hornscheide überdeckt und zum Schnabel umgestaltet. Wahre Zähne fehlen wenigstens den jetzt lebenden Vögeln im Gegensatze zu den fossilen *Odontornithen* (*Ichthyornis*, Fig. 165, *Hesperornis*, Fig. 166) durchaus, doch sind Zahnpapillen in den Kiefern von Papagei-Embryonen schon durch Etienne Geoffroy St. Hilaire bekannt geworden. Während der

Oberschnabel aus der Verwachsung von Zwischenkiefer, Oberkiefer und Nasenbeinen gebildet ist, entspricht der Unterschnabel den beiden Unterkieferästen, deren verschmolzener Spitzentheil als Dille *(myxa)* bezeichnet wird. Die untere, vom Kinnwinkel bis zur Spitze reichende Kante heisst Dillenkante *(gonys)*, die Kante des Oberschnabels Firste *(culmen)*, die Gegend zwischen Auge und der von der Wachshaut *(ceroma)* bekleideten

Fig. 827.



Schnabelform. *a, b, c, d, k* nach Naumann; *g, i, m, o* aus règne animal; *l* aus Brehm. *a Phoenicopterus antiquorum, b Platalea leucorodia, c Emberiza citrinella, d Turdus cyanus, e Falco candicans, f Mergus merganser, g Pelecanus perspicillatus, h Recurvirostra avocetta, i Rhynchops nigra, k Columba livia, l Balaeniceps rex, m Anastomus coromandelianus, n Pteroglossus discolor, o Mycteria senegalensis, p Falcinellus igneus, q Cypselus apus.*

Schnabelbasis der Zügel. Form und Ausbildung des Schnabels variiren nach der besonderen Ernährungsweise mannigfach (Fig. 827).

Am Boden der Mundhöhle liegt die überaus bewegliche Zunge, die hornige und fleischige Bekleidung zweier am vorderen Ende des Zungenbeins befestigter Knorpel, welche zum Niederschlucken, häufig auch zum Ergreifen der Nahrung dient. Die Mundhöhle, bei den Pelekanen in einen umfangreichen, von den Kieferästen getragenen Kehlsack erweitert, nimmt das Secret zahlreicher Speicheldrüsen auf. Ein Gaumensegel fehlt. Die muskulöse

längsgefaltete Speiseröhre, deren Länge sich im Allgemeinen nach der Länge des Halses richtet, bildet häufig, insbesondere bei den Raubvögeln, aber auch bei den grösseren körnerfressenden Vögeln (Tauben, Hühnern, Papageien) eine kropfartige Erweiterung, in welcher die Speisen erweicht werden (Fig. 828). Bei den Tauben trägt der Kropf zwei kleine rundliche Nebensäcke, deren Wandung zur Brutzeit eines käsigen, zum Aetzen der Jungen in Verwendung kommenden Stoff absondert. Das untere Ende der Speiseröhre erweitert sich in einen drüsenreichen Vormagen, den Drüsenmagen, welcher in der Regel eine ovale Form besitzt und an Umfang von dem darauffolgenden Muskelmagen übertroffen wird. Dieser erscheint je nach der Beschaffenheit der Nahrung mit schwächeren (Raubvögel) oder mit kräftigeren (Körnerfresser) Muskelwandungen versehen. Im letzteren Falle wird derselbe durch den Besitz von zwei festen gegeneinander wirkenden Reibplatten, welche die hornige Innenwand bilden, zur mechanischen Bearbeitung der erweichten Nahrungsstoffe vorzüglich befähigt. Der Dünndarm umfasst mit seiner vorderen, dem Duodenum entsprechenden Schlinge die langgestreckte Bauchspeicheldrüse, deren in zweifacher Zahl vorhandene Ausführungsgänge nebst den meist doppelten Gallengängen in diesen Abschnitt einmünden. Der kurze Dickdarm erscheint durch eine Ringklappe und durch den Ursprung von zwei Blinddärmen abgegrenzt und geht, ohne in ein Colon und Rectum abgetheilt zu sein, unter Bildung einer sphincterartigen Ringfalte in die auch den Urogenitalapparat aufnehmende Kloake über, an deren hinterer Wand ein eigenthümlicher Drüsensack, die *Bursa Fabricii*, einmündet.

Fig. 828.

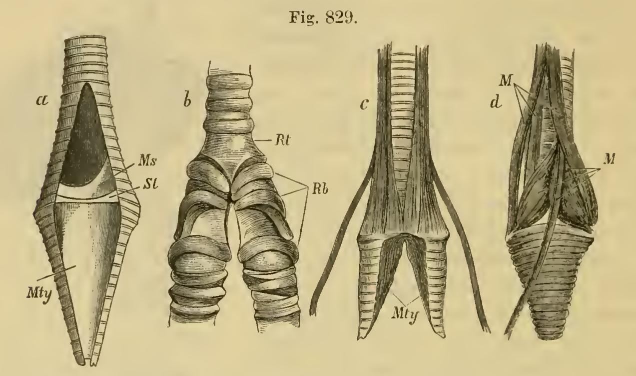
Darmcanal eines Vogels. *Oe* Speiseröhre, *K* Kropf, *Dm* Drüsenmagen, *Km* Kaumagen. *D* Mitteldarm, *P* Pankreas (in der Duodenalschlinge gelegen), *H* Leber, *C* die beiden Blinddärme, *Ad* Afterdarm, *U* Ureteren, *Ov* Oviduct, *Kl* Kloake.

Die grossen langgestreckten *Nieren* liegen in den Vertiefungen des Kreuzbeines eingesenkt und zerfallen durch Einschnitte in eine Anzahl von Läppchen. Die Harnleiter verlaufen hinter dem Rectum und münden medialwärts von den Genitalöffnungen in die Kloake ein. Eine Harnblase fehlt. Das Harnsecret stellt sich nicht wie bei den Säugethieren als Flüssigkeit, sondern als eine weisse, breiige, rasch erhärtende Masse dar.

Die Vögel besitzen ein vollständig gesondertes rechtes und linkes Herz, welches, vom Herzbeutel umschlossen, in der Medianlinie liegt. Als eine

Eigenthümlichkeit desselben ist die besondere Ausbildung der rechten Atrioventricularklappe hervorzuheben, welche im Gegensatze zu den Atrioventricularklappen des Säugethierherzens eine einfache, mit zwei Muskelfalten entspringende Klappe ist. Im linken Herzen finden sich drei durch Chordae tendineae gespannte Klappen. Der Herzschlag wiederholt sich bei der lebhaften Athmung rascher als bei den Säugethieren. Die Aorta bildet einen rechten Aortenbogen. Die Venen münden mittelst zweier oberer und einer unteren Hohlvene in die rechte Vorkammer. Da das Zwerchfell rudimentär bleibt, geht die Brusthöhle direct in die Bauchhöhle über. Das Nierenpfortadersystem ist bei den Vögeln nur noch vorübergehend erhalten. Das Lymphgefässsystem mündet durch zwei *Ductus thoracici* in die oberen Hohlvenen ein, communicirt aber sehr allgemein noch in der Beckengegend mit den Venen. *Lymphherzen* sind nur an den Seiten des Steissbeines beim Strausse

Fig. 829.



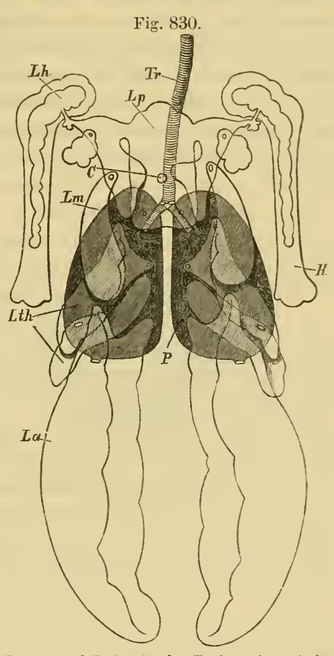
Unterer Kehlkopf des Raben, aus Owen. *a* Seitenansicht des geöffneten Kehlkopfes, *b* der Kehlkopf nach Entfernung der Muskulatur, *c* derselbe mit den Singmuskeln von vorne, *d* von der Seite gesehen. *St* Steg (Pessulus), *Mty* Membrana tympaniformis interna, *Ms* Membrana semilunaris, *Rt* umgeformter letzter Trachealring, *Rb* die umgeformten drei ersten Bronchialringe, *M* Singmuskeln.

und Casuar, sowie bei einigen Sumpf- und Schwimmvögeln angetroffen, werden aber häufig durch blasige, nicht contractile Erweiterungen vertreten.

Die *Athmungsorgane* beginnen hinter der Zungenwurzel mit der Kehlritze, welche durch einen wenig ausgebildeten oberen Kehlkopf *(Larynx)* in eine lange, von knöchernen Ringen gestützte Luftröhre führt. Die Luftröhre übertrifft nicht selten die Länge des Halses und verläuft dann, vornehmlich im männlichen Geschlechte, unter Biegungen, die entweder unter der Haut liegen (Auerhahn) oder selbst in den hohlen Brustbeinkamm eindringen (Singschwan). Mit Ausnahme der Strausse, Störche und einiger Geier entwickelt sich das Stimmorgan an der Theilungsstelle der Luftröhre in die Bronchien. Beide Abschnitte betheiligen sich an der Bildung desselben und lassen den unteren Kehlkopf *(Syrinx)* hervorgehen (Fig. 829). Indem die letzten Trachealringe und vorderen Bronchialringe eine veränderte Form erhalten und oft

in nähere Verbindung treten, erscheinen das Ende der Trachea und die Anfänge der Bronchien comprimirt oder blasig aufgetrieben und zu der sog. Trommel umgeformt, welche sich bei den Männchen vieler Enten und Taucher zu unsymmetrischen, als Resonanzapparate wirkenden Nebenhöhlen (sog. Paukenhöhle und Labyrinth) erweitert. Das untere Ende der Trachea wird gewöhnlich von einer vorspringenden Knochenleiste, dem *Steg*, durchsetzt, welcher sich an der Theilungsstelle der Bronchien erhebt. Zwischen diesen und den Bronchialringen spannt sich wie in einem Rahmen die innere Paukenhaut *(M. tympaniformis interna)* aus. Bei den Singvögeln kommt als Fortsetzung der letzteren am Steg noch eine halbmondförmige Falte *(Membrana semilunaris)* hinzu. In zahlreichen Fällen tritt auch gegenüberliegend zwischen zwei Bronchialringen eine äussere Paukenhaut *(M. tympaniformis externa)* hinzu, welche gleichfalls ein Stimmband bildet und mit dem freien Rande der inneren Paukenhaut jederseits eine Stimmritze erzeugt. Zur Anspannung dieser als Stimmbänder fungirenden Falten dient ein Muskelapparat, welcher die Trachea mit den Seitentheilen der Trommel oder auch mit den vorderen Bronchialringen verbindet und am complicirtesten bei den Singvögeln entwickelt ist, deren unterer Kehlkopf 5 oder 6 Paare solcher Muskeln besitzen kann. Die verhältnissmässig kurzen Bronchien führen beim Eintritt in die Lungen in eine Anzahl weiter häutiger Bronchialröhren, welche das Lungengewebe durchsetzen. Die Lungen hängen nicht wie bei den Säugethieren, von einem Pleurasack überzogen, frei in einer geschlossenen Brusthöhle, sondern sind durch Zellgewebe an die Rückenwand der Rumpfhöhle angeheftet und an den Seiten der Wirbelsäule in die Zwischenräume der Rippen eingesenkt. Auch zeigt das Verhalten der Bronchialröhren und die Structur der feineren respiratorischen Lufträume von den Lungen der Säugethiere wesentliche Abweichungen, indem die von den Infundibulis umgebenen Bronchialäste wie Orgelpfeifen nebeneinander stehen (Lungenpfeifen). Als Ausstülpungen der Lunge erstrecken sich grosse

Fig. 830.



Lungen und Luftsäcke der Taube (schematisch), nach einer Zeichnung von C. Heider. *Tr* Trachea, *P* Lunge, *Lp* peritrachealer Luftsack mit seinen Ausstülpungen *(Lh* und *Lm)* in den Humerus *(H)* und zwischen die Brustmuskulatur, *C* die Verbindung desselben mit den sternalen Lufträumen, *Lth* thoracale Luftsäcke, *La* abdominale Luftsäcke.

Luftsäcke (Fig. 830) in ziemlich constanter Anordnung vorne in den Zwischenraum der Furcula (peritrachealer Luftsack), sodann als Brustsäcke in die vorderen und seitlichen Partien der Brust, und als Bauchsäcke nach hinten zwischen die Eingeweide bis in die Beckengegend der Bauchhöhle. Die letzteren führen in die Höhlungen der Schenkel- und Beckenknochen, die kleineren vorderen Säcke setzen sich in die Luftzellen der Armknochen und der Haut fort, welche letztere bei grossen, vortrefflich fliegenden Schwimmvögeln *(Sula, Pelecanus)* eine solche Ausbreitung erlangen, dass die Körperhaut bei der Berührung ein knisterndes Geräusch vernehmen lässt (Wärmeschutz, Herabsetzung des specifischen Gewichtes, Luftreservoirs bei der Respiration). Bei solchen Einrichtungen muss im Zusammenhange mit der schon hervorgehobenen rudimentären Form des Zwerchfelles und der eigenthümlichen Gestaltung des Thorax der Mechanismus der Athmung ein ganz anderer sein als bei den Säugethieren. Die Erweiterung des auch die Bauchhöhle umfassenden Brustkorbes tritt als Folge einer Streckung der Sternocostalknochen und der Entfernung des Brustbeines vom Rumpfe ein. Die Respirationsbewegungen werden daher vornehmlich durch die als Inspirationsmuskeln fungirenden Sternocostalmuskeln und Rippenheber bewirkt.

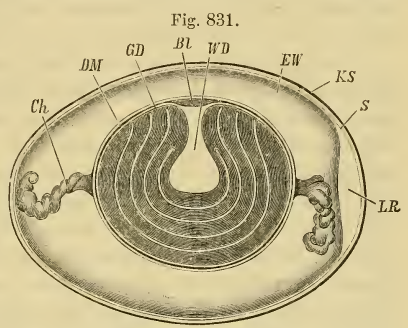
Die *Geschlechtsorgane* schliessen sich eng an die der Reptilien an. Beim Männchen, welches sich nicht nur durch bedeutende Grösse und Körperkraft, sondern durch lebhaftere Färbung des Gefieders, sowie durch reichere Mannigfaltigkeit der Stimme auszeichnet, liegen an der vorderen Seite der Nieren zwei ovale, zur Fortpflanzungszeit mächtig anschwellende Hoden, von denen der linke meist der grössere ist. Die wenig entwickelten Nebenhoden führen in zwei an der Aussenseite der Harnleiter herabsteigende Samenleiter, deren Enden häufig zu Samenblasen anschwellen und an der Hinterwand der Kloake auf zwei kegelförmigen Papillen ausmünden. Ein Begattungsorgan fehlt in der Regel; bei einigen grösseren Wasservögeln (*Herodii, Ciconia, Platalea* etc.) erhebt sich jedoch an der Wand der Kloake ein warzenförmiger Vorsprung als Anlage eines Penis. Umfangreicher erscheint derselbe bei den meisten Struthionen, den Enten, Gänsen, Schwänen und den Baumhühnern *(Penelope, Urax, Crax)*. Hier entspringt an der Wand der Kloake ein gekrümmter, von zwei fibrösen Körpern gestützter Schlauch, dessen Ende mittelst eines elastischen Bandes eingezogen wird. Eine oberflächliche Rinne dient zur Fortleitung des Spermas während der Begattung. Beim zweizehigen Strausse erlangt der Penis eine noch höhere, den männlichen Begattungstheilen der Schildkröten und Crocodile analoge Entwicklung. Unter den beiden fibrösen Körpern, die mit breiter Basis an der ventralen Wand der Kloake entspringen, verläuft ein dritter cavernöser Körper, welcher an der vorderen nicht einstülpbaren Spitze in einen schwellbaren Wulst, die Anlage einer *Glans penis,* übergeht.

An den weiblichen Geschlechtsorganen verkümmert das rechtsseitige Ovarium nebst dem Leitungsapparat oder schwindet vollständig. Um so

umfangreicher werden zur Fortpflanzungszeit die Geschlechtsorgane der linken Seite, sowohl das traubige Ovarium, als der vielgewundene Eileiter, dessen oberer, mit weitem Ostium beginnender Abschnitt aus den Drüsen seiner längsgefalteten Schleimhaut das geschichtete, an den Enden zu den sog. Hagelschnüren *(Chalazae)* zusammengedrehte Eiweiss und im hinteren Theile die faserige Schalenhaut abscheidet. Der nachfolgende kurze und weite Abschnitt des Eileiters, der sog. Uterus, dient zur Erzeugung der mannigfach gefärbten porösen Kalkschale; der kurze und enge Endabschnitt mündet an der äusseren Seite des entsprechenden Harnleiters in die Kloake ein. Da, wo sich im männlichen Geschlechte Begattungstheile finden, treten auch im weiblichen Geschlechte Clitorisbildungen an derselben Stelle auf.

Die Vögel legen ohne Ausnahme Eier ab. Das ausschliessliche Auftreten der oviparen Fortpflanzungsform steht zweifelsohne mit der Bewegungsart des Vogels im innigen Zusammenhange. Der umfangreiche Eidotter (Fig. 831), welcher im Eiweiss suspendirt ist, wird von einer Dotterhaut umhüllt und ist zum grossen Theile Nahrungsdotter. Nur ein kleiner oberflächlicher Theil, in welchem das Keimbläschen liegt, entspricht dem Bildungsdotter und wird als Narbe *(Cicatricula)* unterschieden. Von dieser erstreckt sich in das Innere des gelben Dotters eine flüssigere Dotterschichte, der weisse Dotter, welcher eine Höhle im Centrum des gelben Dotters erfüllt, sowie in concentrischen Schichten den gelben Dotter durchsetzt und in einer dünnen Schichte überzieht. Die Entwicklung erfordert einen hohen, mindestens der Temperatur des Blutes gleichkommenden Wärmegrad, welcher dem Ei in der Regel durch die Körperwärme des brütenden Vogels mitgetheilt wird. Die Befruchtung erfolgt bereits im obersten Abschnitte des Eileiters vor der Abscheidung des Eiweisses und der Schalenhaut und hat den alsbaldigen Eintritt der partiellen (discoidalen) Furchung zur Folge, welche nur den hellen Theil des Dotters in der Umgebung des Keimbläschens, den Bildungsdotter, den sog. Hahnentritt *(Cicatricula)*, betrifft. Derselbe hat an dem gelegten Ei bereits die Furchung durchlaufen und sich zur sog. *Keimscheibe* entwickelt. An dem später kahnförmig vom Dotter sich abhebenden Embryo wachsen wie bei den Reptilien die charakteristischen Fötalhüllen, Amnion und Allantois, hervor. Die Dauer der Embryonalentwicklung wechselt sowohl nach der Grösse des Eies, als nach

Fig. 831.



Schematischer Längsschnitt durch ein unbebrütetes Hühnerei, nach Allen Thomson-Balfour. *Bl* Keimscheibe, *GD* gelber Dotter, *WD* weisser Dotter, *DM* Dottermembran, *EW* Eiweiss, *Ch* Chalazen, *S* Schalenhaut, *KS* Kalkschale, *LR* Luftkammer.

der relativen Ausbildung der ausschlüpfenden Jungen. Der zum Auskriechen reife Vogel sprengt die Schale, und zwar am stumpfen Pole mittelst eines scharfen, an der Spitze des Oberschnabels gelegenen Zahnes.

Die ausgeschlüpften Jungen besitzen im Wesentlichen die Organisation des elterlichen Thieres, wenngleich sie in dem Grade ihrer körperlichen Ausbildung noch weit zurückstehen können. Während die Hühner- und Laufvögel, ferner die meisten Wad- und Schwimmvögel bereits bei ihrem Ausschlüpfen ein vollständiges Flaum- und Dunenkleid tragen und in der körperlichen Ausbildung so weit vorgeschritten sind, dass sie als *Nestflüchter* alsbald der Mutter auf das Land oder in das Wasser folgen und hier selbstständig Nahrung aufnehmen, verlassen andere, wie die Gang- und Klettervögel, Tauben und Raubvögel, frühzeitig ihre Eihüllen; nackt oder nur stellenweise mit Flaum bedeckt, unfähig, sich frei zu bewegen und zu ernähren, bleiben sie als *Nesthocker,* gefüttert und gepflegt von den elterlichen Thieren, noch geraume Zeit im Nest.

Das psychische Leben der Vögel steht ungleich höher als das der Reptilien. Die hohe Ausbildung der Sinne (Augen) befähigt den Vogel zu einem scharfen Unterscheidungsvermögen, mit dem sich ein gutes Gedächtniss verbindet. Der Vogel lernt allmälig unter Anleitung der Eltern Flug und Gesang, er sammelt Erfahrungen, die er zu Urtheilen und Schlüssen verbindet, er erkennt die Umgebung seines Wohnplatzes, unterscheidet Freunde und Feinde und wählt die richtigen Mittel sowohl zur Erhaltung seiner Existenz, als zur Pflege der Brut. Bei einzelnen Vögeln erlangt die Gelehrigkeit und die Fähigkeit der Nachahmung eine ausserordentliche Höhe (Staar, Papagei). Nicht minder entwickelt erscheint die Gemüthsseite des Vogels, wie sich nicht nur aus dem allgemeinen Betragen und dem mannigfachen Ausdruck des Gesanges, sondern vornehmlich aus dem Verhalten der beiden Geschlechter zur Zeit der Fortpflanzung ergibt. Die instinctiven Handlungen beziehen sich auf die Erhaltung des Individuums, in ungleich höherem Masse aber auf die Erhaltung der Art und die Pflege der Nachkommenschaft.

Ueberhaupt erreichen die Aeusserungen sowohl des intellectuellen, als des instinctiven Lebens ihren Höhepunkt zur Zeit der *Fortpflanzung,* welche in den gemässigten und kälteren Klimaten meist in die Zeit des Frühlings (beim Kreuzschnabel ausnahmsweise mitten in den Winter) fällt. Dann erscheint der Vogel in jeder Hinsicht verschönert und vervollkommnet. Die Befiederung zeigt einen intensiveren Glanz und reicheren Farbenschmuck. Das mehr einfarbige *Winterkleid,* welches die Herbstmauserung gebracht hatte, ist mit einem lebhafter gefärbten *Hochzeitskleid* vertauscht. Die Stimme [1]) des Vogels tönt zur Fortpflanzungszeit reiner und klangvoller; das Männchen lässt seinen Gesang erschallen, der ebenso wie die Schönheit des männlichen Gefieders als Reizmittel auf das Weibchen wirken mag. Von Befiederung und Stimme abgesehen, erscheint das ganze Betragen des Vogels

[1]) Vergl. A. E. Brehm's „Illustrirtes Thierleben“, Tom. IV, V und VI.

unter dem Einflusse der geschlechtlichen Erregung verändert (Liebestänze, *„Balze“*, als Vorspiel der Begattung). Mit Ausnahme der Hühner, Fasane u. a. leben die Vögel in Monogamie, oft nur zur Fortpflanzungszeit paarweise vereinigt, indem sie sich später zusammenschaaren und in grösseren Gesellschaften Züge und Wanderungen unternehmen. Indessen gibt es auch für das Zusammenwandern vereinzelter Pärchen einige Beispiele.

Die meisten Vögel bauen ein Nest und suchen für dasselbe einen geeigneten Platz meist in der Mitte ihres Wohnbezirkes. Nur wenige (Steinkäuze, Ziegenmelker etc.) begnügen sich damit, ihre Eier einfach auf dem Erdboden abzulegen, andere (Raubmöven, Seeschwalben, Strausse) scharren wenigstens eine Grube aus oder (Waldhühner) treten eine Vertiefung in Moos und Gras ein. Am kunstvollsten sind die Nester von Vögeln, welche fremde Stoffe mit ihrem klebrigen Speichel zusammenleimen (Kleiber) oder feine Geflechte aus Moos, Wolle und Halmen verweben (Weber). In der Regel baut das Weibchen ausschliesslich das Nest, und die Hilfe des Männchens beschränkt sich auf das Herbeitragen der Materialien, doch gibt es auch Beispiele für die Betheiligung des Männchens an der Ausführung des Kunstbaues (Schwalbe, Webervögel); in anderen Fällen (Hühnervögel, Edelfink) nimmt das Männchen am Nestbau überhaupt gar keinen Antheil. Viele Seevögel, wie die Alken und Pinguine, legen nur ein Ei, die grossen Raubvögel, Tauben, Segler und Kolibris zwei Eier. Ungleich höher steigt die Zahl derselben bei den Singvögeln, noch mehr bei den Schwimmvögeln der Teiche und Flüsse, bei den Hühnern und Straussen. Ebenso verschieden ist die Dauer der Brutzeit, welche sich nach der Grösse des Eies und dem Grade der Ausbildung des ausschlüpfenden Jungen richtet. Während die Kolibris und Goldhähnchen 11 bis 12, die Singvögeln 15 bis 18 Tage brüten, brauchen die Hühner 3 Wochen, die Schwäne die doppelte Zeit und die Strausse 7 bis 8 Wochen zum Brutgeschäft, welches im Wesentlichen auf einer gleichmässigen, oft durch nackte Stellen (Brutflecken) begünstigten Erwärmung der Eier durch den Körper des brütenden Vogels beruht. In der Regel liegt das Brutgeschäft ausschliesslich der Mutter ob, die während dieser Zeit vom Männchen mit Nahrung versorgt wird. Nicht selten aber, wie bei Tauben, Kibitzen und zahlreichen Schwimmvögeln, lösen sich beide Gatten regelmässig ab; das Männchen sitzt dann freilich nur kürzere Zeit am Tage, das Weibchen die ganze Nacht hindurch auf dem Neste. Beim Strauss brütet das Weibchen nur die erste Zeit, später werden die Rollen gewechselt, und das Männchen übernimmt das Brutgeschäft vornehmlich zur Nachtzeit fast ausschliesslich. Auch gibt es Beispiele von ausschliesslicher Brutpflege des Männchens, welches in diesem Falle minder lebhaft als das Weibchen gefärbt ist (*Rhynchaea, Phalaropus* etc.). Auffallend ist das Verhalten zahlreicher Kukuke, insbesondere unseres einheimischen Kukuks (auch des Trupials), welcher Nestbau und Brutpflege anderen Vögeln über-

lässt und seine kleinen Eier einzeln in Intervallen von etwa 8 zu 8 Tagen dem Eiergelege verschiedener Singvögel unterschiebt. Die Pflege und Auffütterung der Jungen fällt meist ausschliesslich oder doch vorwiegend dem weiblichen Vogel zu, dagegen nehmen in der Regel beide Eltern gleichen Antheil an dem Schutze und an der Vertheidigung der Brut.

Von den Thätigkeiten abgesehen, welche auf die Fortpflanzung Bezug haben, äussert sich der Instinct der Vögel vornehmlich im Spätsommer und Herbst als Trieb zur Wanderung und noch räthselhafter als zuverlässiger Führer auf der Wanderschaft. Wenige Vögel der kälteren und gemässigten Klimate halten im Winter an ihrem Brutorte aus (*Standvögel*, Steinadler, Eulen, Raben, Elstern, Spechte, Zaunkönige, Meisen, Waldhühner etc.). Viele streichen ihrer Nahrung halber in grösseren und kleineren Kreisen umher (*Strichvögel,* Drosseln, Berg- und Edelfinken, Spechte, Goldammer, Finken, Haubenlerche). Andere unternehmen vor Eintritt der kalten und nahrungsarmen Jahreszeit Wanderungen und ziehen in grossen Gesellschaften vereinigt aus nördlichen Klimaten in gemässigte, aus diesen in südliche Gegenden (*Zugvögel,* Schwalben und Störche, Dohlen, Krähen und Staare, Wildgänse, Kraniche etc.), um in denselben zu überwintern und mit beginnendem Frühjahr wieder in die Heimat, das heisst die Gegend des Brutortes, zurückzukehren. Eine Erklärung des überaus merkwürdigen instinctiven Wandertriebes und der an diesen anknüpfenden regelmässigen, über grosse Ländergebiete sich bewegenden Züge scheint mit Hilfe des Selectionsprincipes unter Verwerthung der klimatischen und geographischen Veränderungen, welche die Erdoberfläche während der jüngeren Tertiärzeit und der auf diese folgenden Diluvialzeit erfahren hat, möglich zu sein. Man hat sich in erster Linie zu vergegenwärtigen, dass die Arten der Vögel im Kampfe um die Existenzbedingungen sich möglichst auszubreiten bestrebt sein werden, und dass bei eintretendem Nahrungsmangel eine durch das Flugvermögen unterstützte Migration in benachbarte, oft auch weiter entfernte Gegenden erfolgen wird. Zahlreiche Arten unternehmen während der kalten, nahrungsarmen Jahreszeit regelmässig ausgedehnte Streifzüge (Strichvögel), in welchen die ersten Anfänge des „Wanderns“ oder „Ziehens“ zu erkennen sind. Während und in Folge des allmäligen Klimawechsels mussten sich aber die Verbreitungsbezirke der Vögel allmälig ändern, mit dem Eintritt der Eiszeit von Norden nach Süden und später nach derselben umgekehrt von Süden nach Norden bedeutend verschieben und das Ziehen nach diesen Richtungen bei dem Wechsel der Jahreszeiten in den einander folgenden Generationen als regelmässige Wanderung erhalten bleiben. Das Ziehen ist somit eine durch die Ernährungs- und Lebensverhältnisse für die Artexistenz nothwendig gewordene, durch unzählige Generationen vererbte Gewohnheit, aus welcher sich der zur bestimmten Jahreszeit auftretende Trieb zum Fortziehen erklärt. Die vielfachen Wege aber, auf denen die Zugvögel wandern, werden nicht einfach durch die gerade Richtung von Süd und Nord bezeichnet, sondern

sind höchst verschlungene *„Zugstrassen“* [1]), welche den uralten Wegen entsprechen, auf denen die Ausbreitung der Vogelart in früher Zeit erfolgte. Natürlich sind die Zugstrassen der Landvögel ganz verschieden von denen der Sumpfvögel und Küstenvögel, welch' letztere (z. B. Möven, Schwäne, Eiderente, Bernickelgans), durch die Nahrung an die Meeresküste gefesselt, längs dieser über grosse Länderstrecken dahinziehen, aber auch ausgedehnte Meeresstrecken überschreiten, welche in der Vorzeit durch Küstenland oder Inselgruppen vertreten waren (Grönland, Island, Faröer, England). Ebenso weisen die Strassen, auf denen die Zugvögel über das Mittelmeer nach Afrika gelangen, auf zusammenhängendes Land oder Inselgruppen der vordiluvialen Zeit hin (Strasse von Gibraltar—Corsica, Sardinien, Tunis—Italien, Sicilien, Malta, Tripolis—Kleinasien, Cypern, Aegypten).

Für die geologische Geschichte dieser Classe liegt nur ein sehr spärliches Material vor. Von dem fiederschwänzigen *Archaeopteryx lithographica* (Fig. 819) des Jura *(Saururae)* abgesehen, gehören die ältesten Reste von Schwimm- und Sumpfvögeln der Kreide an. Diese zeichneten sich durch den Besitz von Zähnen aus *(Odontornithen)*, welche im Oberkiefer und Unterkiefer in Rinnen *(Odontolcae, Hesperornis)* oder in Gruben *(Odontotormae, Ichthyornis)* sassen, während den zahnlosen Zwischenkiefer schnabelartig eine Hornscheide bekleidete. In der Tertiärzeit werden die Ueberreste häufiger, sind indessen für eine nähere Bestimmung unzureichend; dagegen treten im Diluvium zahlreiche Typen jetzt lebender Nesthocker, sowie merkwürdige Riesenformen auf, von denen einzelne nachweisbar in historischer Zeit ausgestorben sind *(Aepyornis, Dinornis, Palapteryx — Didus)*.

Ueber die Stammesgeschichte der Vögel wurden sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen. Huxley und Gegenbaur glaubten aus der ähnlichen Gestaltung der hinteren Extremität. ersterer vornehmlich des Beckens, letzterer aus dem Verhalten der Wurzelknochen und des Tarsus nebst Zehen, gewisse *Dinosaurier (Ornithopoden, Compsognathus)* als Stammformen betrachten zu können, aus denen sich zuerst die flugunfähigen Ratiten, später aus diesen die Carinaten entwickelt hätten. Dagegen betrachtete R. Owen die langschwänzigen *Pterosaurier (Rhamphorhynchus)* als Ausgangsgruppe, um von derselben durch die Archaeopterygier als Zwischengruppe die *Carinaten* abzuleiten, wogegen er, und gewiss mit vollem Rechte, die Ratiten auf secundär veränderte Formen zurückführte, welche die Flugfähigkeit verloren haben. Sicher ist aber der Ausgang von den *Pterosauriern* ein durchaus verfehlter, nicht nur wegen der ganz abweichenden Gestaltung des Beckens und der hinteren Extremität, sondern auch mit Rücksicht auf die ganz abweichende Bildung des Flugapparates, welcher bereits eine hoch entwickelte *Specialisirung* in ganz anderer Richtung (fünfter Finger zur Stütze eines mächtigen Patagiums) besass, aus welcher sich unmöglich der Flügel von Archaeopteryx oder der jetzt lebenden Vögel hätte entwickeln können.

[1]) Vergl. J. A. Palmén, Ueber die Zugstrassen der Vögel. Leipzig 1876.

Noch unglücklicher ist freilich die von einigen Autoren verfochtene Ansicht von einem diphyletischen Ursprunge der Vögel, nach welcher die Dinosaurier mit ihren reducirten Vorderextremitäten zu den *Odontolcae (Hesperornis)* und von diesen zu den flugunfähigen *Ratiten*, die *Pterosaurier*, beziehungsweise eine andere nicht näher zu bestimmende Lacertiliergruppe der mesozoischen Periode zu den *Carinaten* geführt habe. Die Uebereinstimmung der Ratiten und Carinaten in der Gestaltung des Skelets und der inneren Organe ist eine so grosse und in allen wesentlichen Zügen so vollständige, dass die Entstehung dieses einheitlichen Typus von zwei verschiedenen Stammgruppen wenn nicht als undenkbar, so doch als höchst unwahrscheinlich bezeichnet werden muss, zumal die unterscheidenden Charaktere im Zusammenhang mit dem Verluste des Flugvermögens verständlich werden, dieser aber für eine Reihe von Ratiten als erst im Laufe der Zeit secundär eingetreten mit Sicherheit geschlossen werden kann. Während die Strauss-artigen Vögel und *Dinornithen* schon aus Gründen der bedeutenden Grössenentwicklung die Flugbefähigung einbüssen mussten, lässt sich für andere Formen wie die *Apterygier* die besondere Lebensweise, sowie der lange Zeitperioden hindurch sistirte Gebrauch als begründendes Moment verwerthen. Einzelne flugunfähige Formen ohne Brustbeinkiel und ohne Schwungfedern haben offenbar erst in jüngeren Perioden ähnliche Rückbildungen erfahren und repräsentiren Glieder von Carinatenfamilien, wie die neuseeländischen Gattungen *Notornis* (Rallide), der pleistocäne ausgestorbene *Cnemiornis*, die tertiäre *Gastornis* (Anatiden), ferner die erst jüngst ausgestorbenen *Alca impennis* und *Didus ineptus*, sowie die noch lebenden *Stringops* und *Aptenodytiden*. Wenn auch die Ratiten in vieler Hinsicht primitivere, auf eine niederere Entwicklung hinweisende Eigenschaften zeigen, so sind diese zum Theil als secundäre im Anschluss an den früher oder später erfolgten Verlust des Flugvermögens eingetretenen Rückbildungen verständlich. Offenbar gingen dem Carinatenstamme abweichend gestaltete Typen mit geringerem Flugvermögen und primitivem Verhalten der Flügel und Befiederung voraus, aber diese deckten sich gewiss nicht mit den die Ratiten auszeichnenden Merkmalen. Vielmehr werden wir uns die Stammeltern der Vögel als *Sauropsiden* von geringer oder mittlerer Grösse vorzustellen haben, welche sich beim Gang ausschliesslich auf die Hinterextremitäten stützten und diese zum Klettern und zum Sprunge benützten, während, bei ziemlich gleichmässiger Bekleidung des Körpers mit kleinen Federschuppen die Vordergliedmassen bereits mit oberer (zwischen Oberarm, Unterarm, Handbeuge) und unterer Hautduplicatur von relativ bedeutender Entwicklung (zwischen Körperseite und Armbeuge) beim Sprunge nach Art eines Fallschirmes, beziehungsweise unter flatternder Bewegung in Function traten. Es waren vielleicht Sauropsiden aus der Trias, welche als derzeit noch unbekannt gebliebene Typen der so überaus divergenten Dinosaurier mit der Gestaltung des Beckens und der Hintergliedmassen von

Ornithopoden und *Compsognathen* die jenen Voraussetzungen entsprechende Grösse und Bildung der Vordergliedmassen, wenn auch noch mit grösserer Zahl bekrallter Finger, verbanden und erst allmälig in der mesozoischen Zeit sich einer vollkommeneren Flugbewegung durch Entwicklung des Brustbeinkammes, sowie einer diesem entsprechenden kräftigen Muskulatur, von Schwungfedern und Steuerfedern anpassten, sowie die Charaktere der Carinaten gewannen. Möglicherweise vollzog sich dieser Gestaltungsprocess unter mehrfachen Modificationen, von denen eine zur Entstehung der *Saururae* führte, welche ebenso wie andere gewissermassen inadaptive Seitenzweige sich nicht auf die Dauer erhalten konnten und deshalb früher oder später wieder vom Schauplatz verschwinden mussten. Wenn nach dem Skelet und Flügelbau von *Archaeopteryx* mit Wahrscheinlichkeit geschlossen werden kann, dass die Saururen kein Zwischenglied in der Stammesentwicklung der *Euornithen* repräsentiren, so wird für die bezahnten Vögel der Kreide *(Odontotormae, Ichthyornis)* kaum ein Zweifel bestehen, dass dieselben als Etappen in der Stammesentwicklung der *Carinaten* durchlaufen wurden, und dass schon unter jenen *Ratiten*-ähnliche Formen, wie die *Odontolcae* (*Hesperornis,* Wasserstrauss) hervortraten, deren Besonderheiten auf secundären Verlust des Flugvermögens unter entsprechenden Anpassungen an das Wasserleben zurückzuführen sind.

Die Classification der Vögel bietet mit Rücksicht auf die relative Einförmigkeit der Gestaltung und Organisation im Vergleiche zu anderen Thierclassen grosse Schwierigkeiten. Wollte man die *Saururae* in die Classe der Vögel aufnehmen und als Subclasse den *Ornithurae* gegenüberstellen, so müsste man die Charakterisirung der Classe bedeutend verändern und wesentlich verallgemeinern. Auch das Verhältniss der *Odontornithen* zu den *Edentornithen* lässt sich vorläufig nicht systematisch verwerthen. Die Ornithuren werden gewöhnlich nach Huxley's Vorgang in *Carinatae* und *Ratitae* eingetheilt, welche letztere in ihren Besonderheiten durch Rückbildung des Flugvermögens nicht als eine scharf zu trennende systematische Einheit gelten können, zumal verschiedene Typen aus mehreren Carinatenfamilien im Beginne dieser durch Flugunfähigkeit bedingten Veränderungen stehen. Für den gesammten reichen Inhalt der lebenden Vogelwelt aber erscheint die Abgrenzung des Ordnungs- und Familienbegriffes kaum möglich, und erklären sich aus diesem Verhältniss die nach Zahl dieser Kategorien so ausserordentlich divergirenden Systeme der verschiedenen Autoren.

I. Carinatae.

Das Brustbein ist mit einem Kiel zur Insertion des mächtig entwickelten Flugmuskels versehen. Die Schwungfedern des Flügels und die Steuerfedern des Schwanzes sind meist wohl entwickelt. Fast sämmtlich zum Fluge befähigt.

1. Ordnung. Natatores, Schwimmvögel.

Wasservögel mit kurzen, oft weit nach hinten gerückten Beinen, mit Schwimm- oder Ruderfüssen.

Die Körperform der Schwimmvögel variirt ausserordentlich, je nach der besonderen Anpassung an den Wasseraufenthalt. Alle besitzen ein dichtes. fest anliegendes Gefieder, eine sehr reiche Dunenbekleidung und eine grosse Bürzeldrüse. Die Beine sind kurz, weit nach hinten gerückt und meist bis zur Fussbeuge befiedert, sie enden entweder mit ganzen oder gespaltenen Schwimm- oder Ruderfüssen. Alle schwimmen vortrefflich; viele besitzen auch ein ausgezeichnetes Flugvermögen, während andere flugunfähig, fast ausschliesslich an das Wasser gebannt sind. Auch tauchen die meisten mit grossem Geschick, indem sie aus der Luft im Stosse herabschiessen *(Stosstaucher)* oder beim Schwimmen plötzlich in die Tiefe des Wassers rudern *(Schwimmtaucher)*. Ebenso verschieden als die Bildung der Flügel ist die Gestalt des Schnabels, der bald hoch gewölbt und mit schneidenden Rändern bewaffnet ist, bald flach und breit, bald verlängert und zugespitzt erscheint. Hiernach wechselt auch die Art der Ernährung; im ersteren Falle haben wir es mit Raubvögeln zu thun, die besonders Fische erbeuten, im letzteren mit Vögeln, welche von Würmern und kleineren Wasserthieren, aber auch von Fischen leben; die Schwimmvögel mit breitem weichhäutigen Schnabel gründeln im Schlamme und nähren sich ausser von Würmern und kleineren Wasserthieren auch von Sämereien und Pflanzenstoffen. Die Schwimmvögel leben gesellig und halten sich in grossen Schaaren an den Meeresküsten oder auf Binnengewässern, zum Theil aber auch auf der hohen See in weiter Entfernung von den Küsten auf. Sie sind grossentheils Strich- und Zugvögel, nisten in der Nähe des Wassers oft auf gemeinschaftlichen Brutplätzen und legen wenige Eier entweder unmittelbar auf dem Boden, oder in Löchern, oder in einfachen kunstlosen Nestern ab. Viele sind für den Haushalt des Menschen theils wegen des Fleisches und der Eier, theils wegen der Dunen und des Pelzes, theils endlich wegen der als Dünger benutzten Excremente (Guano) ausserordentlich wichtig.

1. *Lamellirostres.* Fam. *Anseres.* Mit breitem, am Grunde hohem Schnabel, welcher, von einer weichen, nervenreichen Haut bekleidet, an den Rändern durch Querblättchen wie gezähnelt erscheint und mit einer nagelartigen Kuppe endet. Die Füsse sind Schwimmfüsse mit rudimentärer, bald nackter, bald häutig umsäumter Hinterzehe. *Phoenicopterus antiquorum* L., Flamingo, Nordafrika, *Cygnus olor* L., Höckerschwan. *C. musicus* Bechst., Singschwan. *Anser cinereus* Meyer, Graugans. *A. hyperboreus* L., Polargans. *A. segetum* L., Saatgans. *Anas boschas* L., Stockente, Stammart der mehrfach abändernden Hausente. *A. (Tadorna) tadorna* L., Brandente. *A. mollissima* L., Eiderente. *Mergus merganser* L., Säger. *M. serrator* L., *M. albellus* L. Hier würden sich die *Odototormae (Ichthyornis)* anschliessen.

2. *Longipennes.* Fam. *Laridae,* Möven. Leichtgebaute Schwalben- oder Tauben-ähnliche Schwimmvögel mit langen, spitzen Flügeln und oft gabeligem Schwanz, verhältnissmässig hohen dreizehigen Schwimmfüssen und freier Hinterzehe. Stosstaucher. *Sterna hirundo* L., Seeschwalbe. *Larus minutus* Pall., Zwergmöve. *L. ridibundus* L., Lachmöve.

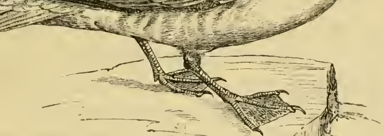
L. canus L., Sturmmöve. *Lestris parasitica* L., Raubmöve, norddeutsche Küsten. *Rhynchops nigra* L., Scheerenschnabel (Fig. 827 *i*).

3. *Tubinares.* Fam. *Procellaridae*, Sturmvögel. Möven-ähnliche Vögel mit rostrum compositum. Die Nasenöffnungen röhrig verlängert. An den Schwimmfüssen fehlt die Hinterzehe ganz oder ist auf einen Stummel reducirt. Zu gemeinsamen Brutplätzen wählen sie klippige und felsige Küsten, auf denen das Weibchen ein Ei ablegt und mit dem Männchen abwechselnd brütet. Die Jungen werden noch eine Zeit lang gefüttert. *Diomedea exulans* L., Albatros, südliche Meere. *Procellaria glacialis* L., Eissturmvogel, vom arktischen Meere bis zu den norddeutschen Küsten (Fig. 832). *Thalassidroma pelagica* L., St. Petersvogel, Sturmvogel, Atlantischer Ocean.

4. *Steganopodes.* Fam. *Steganopodes*, Ruderfüsser. Grosse Schwimmvögel mit kleinem Kopf, wohl entwickelten, oft langen und spitzen Flügeln, mit Ruderfüssen (Fig. 825 *n*). *Pelecanus onocrotalus* L., Pelikan. *Haliaeus carbo* Dumt., Cormoran. *Tachypetes aquila* L., Fregattvogel. *Sula bassana* L., Tölpel, Nordeuropa. *Phaëton aethereus* L., Tropikvogel.

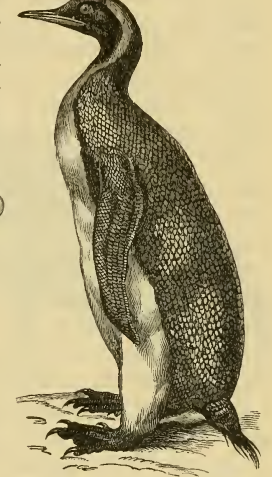
5. *Pygopodes,* Steissfüsser. Fam. *Colymbidae,* Taucher. Kopf mit spitzem, geradem Schnabel. Der frei vorstehende Lauf ist seitlich stark comprimirt. Die Füsse sind Schwimmfüsse oder gespaltene Schwimmfüsse (Fig. 825 *l*). *Podiceps cristatus* L., grosser Haubentaucher. *P. minor* Gm., *Colymbus glacialis* L., Eistaucher.

Fig. 832.



Procellaria glacialis, nach Naumann.

Fig. 833.



Aptenodytes patagonica, aus Brehm.

6. *Alciformes.* Fam. *Alcidae,* Alken. Flügel kurz, zum Fluge wenig tauglich, aber bereits mit kleinen Schwungfedern. Die Schwimmfüsse mit rudimentärer oder ohne Hinterzehe. Haben ihre gemeinsamen Brutplätze an den Küsten (Vogelberge), wo sie ihre Eier einzeln in Erdlöchern oder Nestern ablegen und die ausschlüpfenden Jungen auffüttern. *Alca impennis* L., Riesenalk. Gegenwärtig ausgerottet. *A. torda* L., Tordalk. *Mormon arcticus* Ill. (*fratercula* Temm.), Larventaucher. *Uria troile* Lath., dumme Lumme. *U. grylle* Cuv., Grylllumme.

7. *Impennes.* Fam. *Aptenodytidae,* Pinguine. Flügel ohne Schwungfedern, flossenähnlich, mit kleinen, schuppenartigen Federn bedeckt. Der Schwanz kurz mit steifen Federn. Die kurzen Schwimmfüsse besitzen eine verkümmerte, nach vorne gerichtete Hinterzehe und sind so weit nach hinten gerückt, dass der Körper auf dem Boden fast senkrecht getragen wird. Sind vorzügliche Schwimmtaucher. Stehen zur Brutzeit in aufrechter Haltung und in langen Reihen — sog. Schulen — geordnet. Sie legen in eine Erdvertiefung nur je ein Ei ab, welches sie in aufrechter Stellung bebrüten, aber auch zwischen den Beinen im Federpelze

mit sich forttragen können. Beide Geschlechter betheiligen sich am Brutgeschäfte. *Aptenodytes patagonica* Forst., Königstaucher (Fig. 833). *Spheniscus demersus* L., Brillentaucher, Südafrika und Amerika. *Eudyptes chrysocoma* L., Südsee, Patagonien.

2. Ordnung. **Grallatores, Sumpfvögel, Stelzvögel.**

Vögel mit verschieden langem Halse und Schnabel, mit verlängerten Wadbeinen.

Die Stelzvögel besitzen, von einigen Ausnahmen abgesehen, hohe Stelzfüsse mit grossentheils nackter, frei aus dem Rumpfe vorstehender Schiene und sehr langem, oft getäfeltem oder geschientem Lauf. Nur wenige haben Laufbeine und sind Landvögel (Trappe), einzelne (Wasserhühner) schliessen sich in ihrer Lebensweise, sowie durch die Kürze der Beine und Bildung der Zehen den Schwimmvögeln an, schwimmen und tauchen gut, fliegen aber schlecht. Der bedeutenden Höhe der Beine entspricht ein langer Hals und meist auch ein langer Schnabel. Uebrigens variirt die Grösse und Form des letzteren sehr mannigfach; da, wo besonders kleinere Würmer, Insectenlarven und Weichthiere aus dem Schlamme und aus loser Erde aufgesucht werden, ist der Schnabel lang, aber verhältnissmässig schwach und weich und endet mit einer nervenreichen empfindlichen Spitze; in anderen Fällen erscheint derselbe sehr stark, kantig, hart und zum Raube von Fischen und Fröschen, selbst auch kleinen Säugethieren geeignet, endlich in den bereits erwähnten Uebergangsgruppen nach Art des Hühnerschnabels kurz und stark, mit etwas gewölbter Kuppe, zu einer omnivoren Nahrungsweise eingerichtet. Auch die Füsse zeigen sich nach der Grösse und Verbindung der Zehen sehr verschieden. Die Flügel erlangen meist eine mittlere Grösse, der Schwanz dagegen bleibt kurz, das Gefieder erscheint mehr gleichförmig und einfach, nur selten mit prachtvollem und glänzendem Farbenschmuck. Die Stelzvögel sind bezüglich ihrer Nahrung auf das Wasser angewiesen, diesem jedoch in anderer Weise angepasst als die Schwimmvögel. Sie leben mehr in sumpfigen Districten, am Ufer der Flüsse und Seen und durchschreiten seichte Stellen, um Schnecken und Gewürm, oder Frösche und Fische aufzusuchen. Sie sind Zug- oder Strichvögel der gemässigten Gegenden, leben paarweise in Monogamie, bauen kunstlose Nester auf der Erde, am Ufer oder auf Bäumen und Häusern, seltener auf dem Wasser und sind theils Nesthocker, theils Nestflüchter.

1. *Brevirostres (Charadriiformes).* Fam. *Charadriidae*, Läufer. Mit ziemlich dickem Kopfe, kurzem Halse und mittellangem hartrandigen Schnabel. *Cursorius europaeus* = *C. isabellinus* M., Nordafrika und Südeuropa. *Oedicnemus crepitans* Temm., Steppen im Süden Europas, Afrikas und Westasiens, auch auf grossen Brachfeldern Deutschlands. *Charadrius auratus* Suck., Goldregenpfeifer. Bewohner der Tundra. *Vanellus cristatus* M., Kibitz, Deutschland und Holland. *Haematopus ostralegus* L., Austernfischer.

Fam. *Rallidae,* Wasserhühner. Führen theils zu den Schwimmvögeln, theils zu den Hühnervögeln hin. *Rallus aquaticus* L., Wasserralle, Nord- und Mitteleuropa bis Mittelasien. *Crex pratensis* L., Wiesenschnarre oder Wachtelkönig. *Cr. porzana* L., Rohrhuhn,

Europa. *Parra jacana* L., Amerika. *Gallinula chloropus* Lath., Teichhuhn. *Fulica atra* L., Blesshuhn. Auf schilfbewachsenen Seen und Teichen Europas.

Fam. *Alectoridae,* Hühnerstelzen. Vermitteln den Uebergang der Sumpfvögel zu den Hühnervögeln, indem sie mit den ersteren die langen Beine, mit den letzteren die Schnabelform und Lebensweise gemeinsam haben. *Otis tarda* L., Trappe, lebt als Strichvogel in den Feldern des südöstlichen Europas mit ein oder zwei Weibchen zusammen. *O. tetrax* L., mehr im Süden. *Dicholophus cristatus* Ill., Cariama, in Brasilien, lebt von Eidechsen und Schlangen wie der Stelzgeier in Südafrika. *Psophia crepitans* L., Trompetenvogel, Südamerika. *Palamedea cornuta* L., Wehrvogel. Flügel mit Sporen bewehrt. *Chauna chavaria* Ill., Hirtenvogel (Fig. 834). Mit Sporen an den Flügeln. Wird gezähmt. Trägt seinen Namen von seiner Verwendung als Hüter und Beschützer der Hühner- und Gänseheerden. Südamerika.

Fig. 834.



Chauna chavaria (règne animal).

2. *Longirostres.* Fam. *Scolopacidae,* Schnepfenvögel. Kopf mittelgross, stark gewölbt, mit langem dünnen und meist weichem, von nervenreicher Haut überkleidetem Schnabel. *Totanus hypoleucus* Temm., Sandpfeifer. *Recurvirostra avocetta* L., Säbelschnäbler (Fig. 827 *h*). *Tringa cinerea* Gm. *Machetes pugnax* Cuv., Kampfhahn. *Scolopax rusticola* L., Waldschnepfe. *Gallinago media* Gray, Sumpfschnepfe, Becassine. *G. gallinula* L., Moorschnepfe, von Lerchengrösse. *Numenius arquatus* L., grosser Brachvogel. Hierher gehören auch die Wassertreter *(Phalaropus),* deren Männchen die Eier ausbrüten.

3. *Herodii.* Fam. *Ardeidae,* Reihervögel. Grosse Stelzvögel mit kräftigem gestreckten Leib, langem Hals und kleinem, theilweise nacktem Kopf. Schnabel kräftig, ohne Wachshaut, mit scharfen, harten Rändern, an der Spitze zuweilen gebogen, selten löffelförmig verbreitert (Fig. 827 *b*). Die hohen, weit über die Ferse hinaus nackten Beine meist mit ganz gehefteten Füssen, deren Hinterzehe den Boden berührt. *Ibis rubra* Vieill., Scharlachibis, Mittelamerika. *I. religiosa* Cuv., der heilige Ibis. *Falcinellus igneus* Gray, Sichelreiher. *Platalea leucorodia* L., Löffelreiher. *Balaeniceps rex* Gould., Schuhschnabel (Fig. 827 *l*), *Ardea cinerea* L. *A. purpurea* L., Südeuropa. *Herodias alba* L., Silberreiher.

4. *Ciconiiformes.* Fam. *Pelargi,* Störche. Mit kleiner kurzer, bekrallter und höher eingelenkter Hinterzehe. *Ciconia alba* L., Storch. *Mycteria senegalensis,* Sattelstorch *Leptoptilus argala* Temm., Marabu. *Anastomus lamelligerus* Temm., Klaffschnabel, Ostindien (Fig. 827 *m*). *Grus cinerea* Bechst., gemeiner Kranich.

3. Ordnung. **Gallinacei = Rasores, Hühnervögel, Scharrvögel.**

Land- und Erdvögel von mittlerer, zum Theil bedeutender Körpergrösse, von gedrungenem Baue, mit kurzen abgerundeten Flügeln, starkem, meist gewölbtem und an der Spitze herabgebogenem Schnabel und kräftigen Sitzfüssen, meist Nestflüchter.

Die Hühner-artigen Vögel besitzen im Allgemeinen einen gedrungenen, reich befiederten Körper mit kleinem Kopf und kräftigem Schnabel, kurzem oder mittellangem Hals, meist kurzen abgerundeten Flügeln, mittelhohen Beinen und wohlentwickeltem, aus zahlreichen Steuerfedern zusammengesetztem Schwanz. Oft finden sich am Kopfe nackte Stellen, sowie schwellbare Kämme und Hautlappen, letztere vornehmlich als Auszeichnungen des männlichen Geschlechtes. Der Schnabel bleibt an seiner Basis weichhäutig und mit Federn bekleidet, zwischen denen eine häutige oder knorpelige Schuppe als Bedeckung der Nasenlöcher hervortritt. Das Gefieder der Hühnervögel ist derb und straff, oft schön gezeichnet und mit reichen, metallisch glänzenden Farben geziert (Männchen). Die Zahl der Steuerfedern erhebt sich meist über 12 und steigt bis 18 und 20. Die Flügel sind in der Regel kurz und abgerundet. Daher erscheint der Flug schwerfällig; nur die Steppenhühner fliegen rasch und mit geschickten Wendungen. Die kräftigen, niedrigen oder mittelhohen Beine sind meist bis zur Fussbeuge, selten bis zu den Zehen befiedert. Oberhalb der hocheingelenkten Hinterzehe findet sich oft am Lauf des Männchens ein spitzer Sporn, welcher dem Thiere als Waffe dient. Die Hühner halten sich vornehmlich auf dem Boden auf, theils in Wäldern, theils auf Feldern, auf grasreichen Ebenen, vom hohen Gebirge an bis zur Meeresküste herab. Zum andauernden Laufen vorzüglich tauglich, suchen sie ihren Lebensunterhalt auf dem Boden, ernähren sich besonders von Beeren, Knospen und Körnern, indessen auch von Insecten und Gewürm; sie bauen auch ihr kunstloses Nest meist auf der flachen Erde oder in niedrigem Gestrüpp, seltener auf hohen Bäumen und legen in dasselbe eine grosse Zahl von Eiern ab. In der Regel lebt der Hahn mit zahlreichen Hennen vereint und kümmert sich weder um Nestbau, noch um Brutpflege. Sind meist Nestflüchter. Die Hühner erweisen sich als leicht zähmbar und wurden daher sowohl des wohlschmeckenden Fleisches, als der Eier halber schon seit den ältesten Zeiten als Hausthiere nutzbar gemacht.

1. *Penelopiformes,* Baumhühner. Fam. *Penelopidae.* Grosse, hochbeinige Baumvögel mit wohlgebildeten Schwingen und langem, abgerundetem Schwanz, durch die Bildung des ausstülpbaren Penis an die dreizehigen Strausse sich anschliessend. *Crax alector* L., Hokko, Südamerika. *Urax pauxi* L., *U. galeata* Cuv., Mexico. *Penelope cristata* Gm., Jaku, Brasilien. *Meleagris mexicana* Gould., Stammform des *M. gallopavo*, Truthahns.

2. *Crypturi,* Steisshühner. Fam. *Crypturidae,* Tinamus. Schnabel lang, dünn, gerade, Flügel kurz, Lauf lang. Kurzschwänzig oder ganz ohne Steuerfedern, mit kleiner Hinterzehe. Sind wie die Strausse *Schizognathen,* indem die Gaumenbeine vom Vomer und der Mittellinie entfernt bleiben.

3. *Megapodiiformes,* Grossfusshühner. Fam. *Megapodiidae.* Hochbeinige Hühner von mittlerer Grösse, mit kurzem, breitem Schwanz und grossen, stark bekrallten Wandelfüssen, deren lange Hinterzehe in gleicher Höhe mit den Vorderzehen eingelenkt ist. Legen ihre grossen Eier in einen Haufen zusammengetragener Pflanzentheile, die in Fäulniss gerathen, oder in Vertiefungen des Sandes. Die Jungen schlüpfen bereits mit dem Federkleide aus dem Ei. *Megacephalon maleo* Temm., Maleo, auf Celebes. *Megapodius tumulus,* Fusshuhn, im nordöstlichen Neuholland.

4. *Phasianomorphae.* Fam. *Phasianidae,* echte Hühner. Der theilweise, besonders in der Wangengegend, unbefiederte Kopf ist häufig mit gefärbten Kämmen, Hautlappen oder Federbüschen geziert und besitzt einen mittellangen, stark gewölbten Schnabel mit kuppig herabgebogener Spitze. Beide Geschlechter sind auffallend verschieden, das männliche grösser und reicher geschmückt. Bewohner der alten Welt. *Gallus bankiva* Temm., Bankivahahn, Sunda-Inseln. *Lophophorus refulgens* Temm., Glanzfasan, Himalaya. *Phasianus colchicus* L., gemeiner Fasan. *Ph. pictus* L., Goldfasan. *Ph. (Gallophasis) nycthemerus* L., Silberfasan, China. *Pavo cristatus* L., Pfau. *Argus giganteus* Temm., Argusfasan, Malacca, Borneo. *Numida meleagris* L., Perlhuhn, Nordafrika.

5. *Tetraoformes.* Fam. *Tetraonidae,* Feldhühner. Der Körper ist gedrungen, der Hals kurz, der Kopf klein und befiedert, höchstens mit einem nackten Streifen über dem Auge. Beine niedrig, meist bis auf die Zehen herab befiedert. *Tetrao urogallus* L., Auerhahn. *T. tetrix* L., Birkhuhn. Bastarde zwischen beiden Arten als *T. medius* Meyer bekannt. *T. bonasia* L., Haselhuhn. *Lagopus albus* Vieill., Moosschneehuhn, Scandinavien. *L. alpinus* Nilss., Alpenschneehuhn. *Perdix cinerea* Briss., Rebhuhn. *P. saxatilis* M. W., Steinhuhn. *P. rubra* Temm., Rothhuhn. *Coturnix dactylisonans* Meyer, Wachtel.

Fam. *Pteroclidae,* Flughühner. Kleine Hühner mit kleinem Kopf, kurzem Schnabel, niedrigen schwachen Beinen, langen, spitzen Flügeln und keilförmigem Schwanz. Die kurzzehigen Füsse mit hochsitzender, stummelförmiger Hinterzehe oder ohne die letztere. *Pterocles alchata* Gray, in Kleinasien und Afrika. *Syrrhaptes paradoxus* Pall., Fausthuhn, in den Steppen der Tartarei, seit einigen Jahren im nördlichen Deutschland.

4. Ordnung. **Columbinae, Tauben.**

Nesthocker mit schwachem, weichhäutigem, in der Umgebung der Nasenöffnungen blasig aufgetriebenem Schnabel, mit mittellangen zugespitzten Flügeln und niedrigen Spaltfüssen.

Die Tauben schliessen sich am nächsten den Wüstenhühnern an, die oft zu den Tauben gestellt werden. Sie sind Vögel von mittlerer Grösse mit kleinem Kopf, kurzem Hals und niedrigen Beinen. Der Schnabel ist länger als bei den Hühnern, aber schwächer und an der hornigen, etwas aufgeworfenen Spitze sanft gebogen (Fig. 827 *k*). An der Basis des Schnabels erscheint die schuppige Decke der Nasenöffnungen bauchig aufgetrieben, nackt und weichhäutig. Die mässig langen, zugespitzten Flügel befähigen zu einem raschen und gewandten Fluge. Der schwach gerundete Schwanz enthält meist 12, selten 14 oder 16 Steuerfedern. Das straffe Gefieder liegt dem Körper glatt an und zeigt sich nach dem Geschlechte kaum verschieden. Die niedrigen Beine sind nicht zum schnellen und anhaltenden Laufe tauglich und enden mit Spaltfüssen oder Wandelfüssen, deren wohl entwickelte Hinterzehe dem Boden aufliegt. Die Tauben besitzen einen paarigen Kropf, der zur Brutzeit bei beiden Geschlechtern ein rahmartiges Secret zur Aetzung der Jungen absondert. Ueber alle Erdtheile verbreitet, halten sie sich

paarweise oder zu Gesellschaften vereint mehr in Waldungen auf und nähren sich fast ausschliesslich von Körnern und Sämereien. Die im Norden lebenden Arten sind Zugvögel, die anderen Strich- und Standvögel. Sie leben in Monogamie und legen zwei, selten drei Eier in ein kunstlos gebautes Nest. Am Brutgeschäft betheiligen sich beide Geschlechter. Die Jungen verlassen das Ei fast ganz nackt, mit geschlossenen Augenlidern und bedürfen als Nesthocker geraume Zeit hindurch der mütterlichen Pflege.

Fig. 835.



Columba livia, nach Naumann.

Fam. *Columbidae.* Schnabel stets ungezähnt mit glatten Rändern. *Columba livia* L. (Fig. 835), Felstaube, schieferblau, mit weissen Deckfedern der Schwanzwurzel, zwei schwarzen Flügelbinden und schwarzer Schwanzbinde. Stammform der zahlreichen Racen der Haustaube. Nistet auf Felsen und Ruinen und ist von den Küsten des Mittelmeeres an weit über Europa und Asien verbreitet. *C. (Palumboenas) oenas* L., Holztaube. *Palumbus torquatus* Leach., Ringeltaube. *Ectopistes migratorius* L., Wandertaube, Nordamerika. *Turtur auritus* Bp., Turteltaube. *T. risorius* Sws. *Goura coronata* Flem., Krontaube, Neuguinea.

Fig. 836.



Didunculus strigirostris.

Fam. *Didunculidae.* Der comprimirte Schnabel am Unterkiefer gezähnt, mit hakig übergreifender Spitze. *Didunculus strigirostris* Gould., Zahntaube, Samoa- und Schiffer-Inseln (Fig. 836). An diese Familie anschliessend, hat man die ausgestorbenen Dronten, *Ineptae,* zu den taubenartigen Vögeln gestellt. Dieselben waren zur Zeit Vasco di Gama's auf einer kleinen Insel (Mauritius) an der Ostküste Afrikas und auf den Mascarenen noch häufig, sind aber seit zwei Jahrhunderten aus der Reihe der lebenden Vögel verschwunden. Soweit wir die Erscheinung des Vogels aus den in Oxford und Kopenhagen aufbewahrten Resten von Schädel, Schnabel und Beinen und aus älteren Beschreibungen, insbesondere nach einem im Britischen Museum aufbewahrten Oelgemälde (Copie eines in Holland nach einem lebenden Exemplare angefertigten Originals) beurtheilen können, war der *Dodo*[1]) (*Didus ineptus* L.) ein unbeholfener Vogel, grösser als der Schwan,

---

[1]) Vergl. R. Owen, Mem. on the Dodo. London 1866. Derselbe, On the Osteology of the Dodo, 2 parts. London 1867—71.

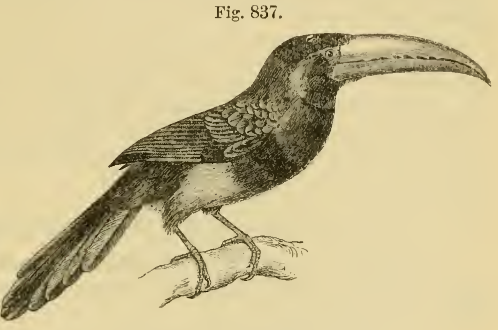
mit zerschlissenem Gefieder, kräftigen vierzehigen Scharrfüssen und starkem tiefgespaltenen Schnabel.

5. Ordnung. **Scansores, Klettervögel.**

Nesthocker mit kräftigem Schnabel, straffem dunenarmen Gefieder und Kletterfüssen.

Man vereint in dieser künstlich begrenzten Ordnung eine Anzahl verschiedenartiger Vogelgruppen, welche wesentlich nur im Bau der Füsse übereinstimmen und dementsprechend vornehmlich nur zum Klettern befähigt erscheinen, indess auch in der Art dieser Bewegung mehrfach auseinander weichen und in mehreren Familien der Gangvögel ihre nächsten Verwandten haben. Der Schnabel ist überaus kräftig, bald lang, geradgestreckt und kantig, zum Hämmern und Meisseln an Bäumen geeignet (Spechte), bald kurz und hakig gekrümmt (Papageien), oder von kolossaler Grösse und mit gezähnten Kanten (Tukan). Die Beine enden mit langzehigen Kletterfüssen (Fig. 825 *b*), deren Aussenzehe in einigen Fällen als Wendezehe nach vorne gedreht werden kann, und sind am Laufe selten befiedert, häufiger vorne mit Halbgürteln und Schienen, hinten mit Täfelchen besetzt. Die Flügel bleiben verhältnissmässig kurz; der Schwanz kommt zuweilen als Stemmschwanz beim Klettern in Verwendung. Die meisten bewohnen Waldungen, nisten in hohlen Bäumen und nähren sich von Insecten, einzelne aber auch von kleinen Vögeln, andere von Früchten und Pflanzenstoffen.

Fig. 837.



Pteroglossus Aracari (règne animal).

1. *Grandirostres,* Tukane. Fam. *Rhamphastidae*, Pfefferfresser. Rabenähnliche Vögel mit kolossalem, zahnrandigem Schnabel und fiederspaltiger Hornzunge (Fig. 837). *Rhamphastus toco* L., *Pteroglossus Aracari* Ill., Brasilien.

2. *Caluri,* Glanzvögel. Fam. *Trogonidae.* Schnabel kurz und stark, mit meist gezähnten Rändern und weiter Mundspalte, mit Borsten am Mundwinkel. Gefieder der Männchen mit metallischem Glanz. *Trogon curucui* L., Brasilien. *Calurus resplendens* Gould., Centralamerika. Hier schliessen sich die Gattung *Galbula* und die Bartvögel *(Bucco)* an.

3. *Coccygiformes,* Kukuke. Fam. *Cuculidae.* Mit sanft gebogenem, tief gespaltenem Schnabel, langen, spitzen Flügeln, keilförmig zugespitztem Schwanz und Wendezehe an den Kletterfüssen. *Cuculus canorus* L., europäischer Kukuk, sperberartig mit gewelltem Gefieder. *Coccystes glandarius* L., Heherkukuk, im südlichen Europa.

Hier schliessen sich die *Musophagiden* an. *Corythaix persa* L., Guinea. *Musophaga violacea* Isert, Westafrika. Bei *Colius* ist die Aussen- und Innenzehe Wendezehe.

4. *Piciformes*, Spechte. Fam. *Picidae.* Kräftig gebaute Klettervögel mit starkem, meisselförmigem, vorne zugespitztem Schnabel ohne Wachshaut, mit quergeschildertem Lauf,

stark bekrallten Füssen und festem Schwanz. Die lange und platte hornige Zunge trägt an ihrem Ende pfeilartig kurze Widerhaken und kann in Folge eines eigenthümlichen Mechanismus des Zungenbeines weit vorgeschnellt werden. Die Zungenbeinhörner reichen, in weitem Bogen gekrümmt, über den Schädel bis zur Schnabelbasis. *Picus martius* L., Schwarzspecht, Europa und Asien. *P. major* L., *P. medius* L., *P. (Piculus) minor* L., Buntspechte Europas. *P. tridactylus* L., *P. viridis* L., Grünspecht. *P. canus* Gm., Grauspecht. *Iynx torquilla* L., Wendehals.

5. *Psittaciformes,* Papageien. Fam. *Psittacidae.* Klettervögel der wärmeren Klimate, mit dickem, stark gekrümmtem Schnabel, fleischiger Zunge und kräftigen, kurzläufigen Beinen, deren paarzehige Füsse handartig zum Ergreifen der Nahrung benutzt werden. Der gezähnte Oberschnabel ist an seiner mit dem Stirnbein gelenkig verbundenen Wurzel von einer Wachshaut bedeckt und greift mit langer, hakenförmiger Spitze über den kurzen und breit abgestutzten Unterschnabel über. Die meisten gehören Amerika, viele auch den Molukken und Australien an. Aermer an Papageien sind Polynesien, Neuseeland und Afrika.

Plictolophinae, Cacadus. Kopf meist mit beweglicher Scheitelhaube. *Plictolophus leucocephalus* Less., goldschöpfiger Cacadu. *Nymphicus Novae Hollandiae* Gray. *Calyptorhynchus galeatus* Lath., Helmcacadu, Van-Diemensland.

Platycercinae, Sittige. Mit mässig spitzen, selten abgerundeten Flügeln und langem, stufigem Keilschwanz. *Sittace militaris* L., Mexico. *Palaeornis Alexandri* L., Ceylon, *Melopsittacus undulatus* Shaw., Wellenpapagei, Australien. *Pezoporus formosus* Lath., Erdpapagei, Australien, *Platycercus Pennantii* Lath., Australien.

Psittacinae. Schwanz kurz abgestutzt oder abgerundet. *Psittacus erithacus* L., Jaci, Westafrika. *Psittacula passerina* L., Zwergpapagei, Brasilien.

Trichoglossinae, Loris. Zungenspitze pinselförmig, mit federförmigen Hornpapillen. *Trichoglossus papuensis* L., Neuguinea. *Nestor meridionalis* L., Neuseeland.

Stringopinae, Nachtpapageien. Von Eulen-ähnlichem Habitus, mit halbem Federschleier. *Stringops habroptilus* Gray, Neuseeland.

6. Ordnung. **Passeres (Insessores), Gangvögel.**

Nesthocker mit hornigem, der Wachshaut entbehrendem Schnabel, getäfeltem oder gestiefeltem Laufe, mit Wandel-, Schreit- oder Klammerfüssen, häufig mit Singmuskelapparat.

Die Vögel, welche wir in dieser umfangreichen Ordnung zusammenfassen, haben bei einer geringen Durchschnittsgrösse und einer überaus verschiedenen Schnabelform ein treffliches Flugvermögen, bewegen sich hüpfend, seltener schreitend auf dem Erdboden und halten sich vorzugsweise auf Bäumen und im Gesträuch auf. Gewöhnlich werden sie nach dem Besitze eines Singmuskelapparates in zwei Ordnungen gesondert: als *Oscines* oder Singvögel und *Clamatores* oder Schreivögel, eine Trennung, die umso künstlicher erscheint, als sich in beiden Gruppen die nämlichen Typen der Schnabelform und gesammten Körpergestaltung wiederholen. Zu minder künstlichen Gruppen dürfte die Verwerthung der Schnabelform führen. Die bei weitem meisten Gangvögel leben in Monogamie, oft in Schwärmen und Gesellschaften vereinigt, viele bauen überaus kunstreiche Nester und sind Zugvögel.

1. *Levirostres, Leichtschnäbler.* Schreivögel mit grossem, aber leichtem Schnabel, kurzen schwachen Beinen und Schreit- oder Spaltfüssen, die zum Umklammern von Zweigen geeignet sind.

Fam. *Buceridae,* Nashornvögel. Raben-ähnliche Vögel von bedeutender Grösse, mit kolossalem, überaus leichtem, gezähneltem und abwärts gekrümmtem Schnabel und hornartigem Aufsatz am Grunde des Oberschnabels. *Bucorvus abyssinicus* Gm., *Buceros rhinoceros* L., Sumatra.

Fam. *Halcyonidae,* Eisvögel. Mit grossem Kopf und langem, gekieltem, kantigem Schnabel, verhältnissmässig kurzen Flügeln und kurzem Schwanz. Läufe niedrig, mit Schreitfüssen. *Alcedo ispida* L., Europa. *Ceryle rudis* L., Graufischer, Afrika. *Dacelo gigas* Glog., Australien.

Fam. *Meropidae,* Bienenfresser. Mit langem, sanft abwärts gebogenem und comprimirtem Schnabel, buntem Gefieder und schwachen Beinen. Flügel zugespitzt, mit langen Deckfedern. *Merops apiaster* L., südliches Europa.

Fam. *Coracidae,* Racken. Grosse, schön gefärbte Vögel, mit scharfrandigem, tief gespaltenem und an der Spitze übergebogenem Schnabel, langen Flügeln und Spaltfüssen. *Coracias garrula* L., Blauracke, Mandelkrähe.

2. *Tenuirostres, Dünnschnabler.* Schreivögel und Singvögel mit dünnem, langem Schnabel und Wandel- oder Spaltfüssen mit langer Hinterzehe.

Fam. *Upupidae,* Wiedehopfe. Schön gefärbte Schreivögel mit langem, seitlich comprimirtem Schnabel, kurzer, dreieckiger Zunge und langen, stark gerundeten Flügeln. *Upupa epops* L., Wiedehopf.

Fam. *Trochilidae,* Kolibris. Die kleinsten aller Vögel, mit buntem, metallglänzendem, oft schillerndem Gefieder und zierlichen Wandel- oder Spaltfüssen. Der lange pfriemenförmige Schnabel stellt durch die überragenden Ränder des Oberschnabels eine Röhre dar, aus welcher die bis zur Wurzel gespaltene lange Zunge vorgeschnellt werden kann. *Rhamphodon naevius* Less., Brasilien. *Phaëthornis superciliosus* Sws., Brasilien. *Trochilus colubris* L., *Lophornis magnifica* Pp., Brasilien.

Fam. *Meliphagidae,* Honigsauger. Kleine prachtvoll gefärbte Vögel von gedrungenem Körperbau, mit Singmuskelapparat, mit gestrecktem, sanft gebogenem Schnabel, hochläufigen Beinen, mittellangen Flügeln und langem Schwanz. *Meliphaga auricornis* Sws., Australien. *Nectarinia famosa* Ill., *N. (Cinnyris) splendida* Cuv., Südafrika.

Fam. *Certhiadae,* Baumläufer. Singvögel mit langem, wenig gebogenem Schnabel, spitzer Hornzunge, getäfeltem Lauf und langer, scharf bekrallter Hinterzehe. *Certhia familiaris* L., Baumläufer. *Tichodroma muraria* Ill., Mauerläufer.

3. *Fissirostres, Spaltschnäbler.* Mit kurzem Hals, abgeflachtem Kopf und tief gespaltenem Schnabel (Fig. 827 *q*), mit langen, spitzen Flügeln und schwachen Wandel- oder Klammerfüssen (Fig. 825 *a*). Sie fliegen überaus schnell und gewandt und fangen ihre Nahrung, insbesondere Fliegen, Netzflügler und Schmetterlinge, im Fluge mit geöffnetem Schnabel. Leben vornehmlich in wärmeren Klimaten.

Fam. *Hirundinidae,* Schwalben. Kleine, zierlich gestaltete Singvögel mit breitem, dreieckigem, an der Spitze zusammengedrücktem Schnabel, neun Handschwingen und langem Gabelschwanz. Sind über alle Erdtheile verbreitet und fertigen als „Kleiber" ein kunstvolles Nest. Die europäischen überwintern in Mittelafrika. *Hirundo* L., Schnabel kurz, dreiseitig. Lauf nackt. Erste und zweite Schwinge gleich lang. *H. rustica* L., Rauchschwalbe. *H.* (*Chelidon* Boie. Lauf befiedert) *urbica* L., Hausschwalbe. *H.* (*Cotyle* Boie. Nasenlöcher frei, Schwanz wenig ausgeschnitten, mässig lang) *riparia* L., Uferschwalbe, nistet in selbstgegrabenen Erdlöchern am Ufer. *H. rupestris* Scop., Felsenschwalbe, südliches Frankreich.

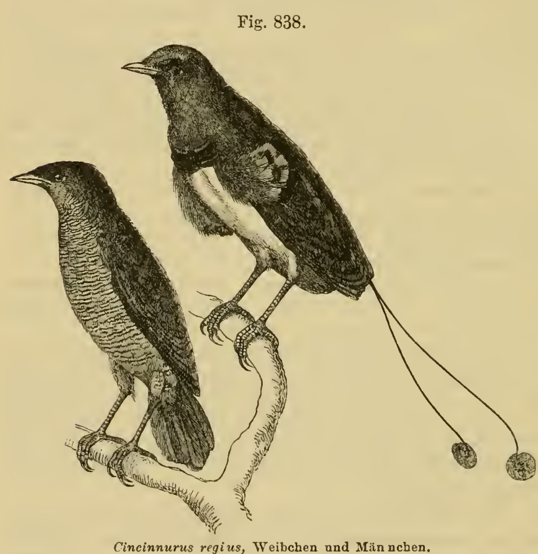
Fam. *Cypselidae* Segler. Schwalben-ähnliche Schreivögel mit schmalen, säbelförmig gebogenen Flügeln, kurzen befiederten Läufen und stark bekrallten Klammerfüssen, zuweilen mit nach innen gerichteter Hinterzehe. *Collocalia esculenta* L., Salangane in Ostindien. *Cypselus apus* L., Thurmschwalbe. *C. melba* L. *(alpinus)*, Alpenschwalbe.

Fam. *Caprimulgidae,* Nachtschwalben, Ziegenmelker. Schreivögel mit kurzem, ungemein flachem, dreieckigem Schnabel, von Lerchen- bis Rabengrösse, mit weichem, eulenartigem, nach Art der Baumrinde gefärbtem Gefieder. Die Beine sind sehr schwach und kurz, am Fusse richtet sich die Hinterzehe halb nach innen, kann aber auch nach vorne gewendet werden. Die Mittelzehe ist lang und trägt zuweilen eine kammförmig gezähnelte Kralle. Leben vorzugsweise im Walde und nähren sich insbesondere von Nachtschmetterlingen, die sie während des raschen, leisen Fluges mit offenem Rachen erbeuten. Sie legen in der Regel zwei Eier auf dem flachen Erdboden. *Caprimulgus* L. Mundspalte bis dicht unter die Augen reichend. Rand des ungezähnten Schnabels von steifen Borsten eingefasst. *C. europaeus* L., Ziegenmelker. *C. ruficollis* Temm., in Spanien.

4. *Dentirostres, Zahnschnäbler.* Vorwiegend Singvögel mit verschieden gestaltetem, oft pfriemenförmigem, zuweilen schwach gebogenem Schnabel, dessen Oberschnabel an der Spitze mehr oder minder ausgeschnitten ist. An den mittellangen Flügeln verkümmert die erste der zehn Handschwingen, kann auch wohl ganz fehlen.

Fam. *Corvidae,* Raben. Schnabel stark und dick, vorne etwas gekrümmt und leicht ausgebuchtet. *Corvus corax* L., Kolkrabe. *C. cornix* L., Nebelkrähe. *C. corone* L., Rabenkrähe. *C. frugilegus* L., Saatkrähe, *C. monedula* L., Dohle. *Pica caudata* Ray, Elster. *Garrulus glandarius* L. Eichelheher. *Oriolus galbula* L., Pirol.

Fig. 838.



Cincinnurus regius, Weibchen und Männchen.

Fam. *Paradiseidae,* Paradiesvögel. Mit sanft gebogenem, comprimirtem Schnabel. Füsse sehr stark und grosszehig. Die beiden mittleren Steuerfedern oft fadenförmig verlängert und nur an der Spitze mit kleiner Fahne. Männchen mit Büscheln zerschlissener Federn an den Seiten des Körpers und auch am Hals und Brust. *Paradisea apoda* L., *Cincinnurus regius* L., Neuguinea (Fig. 838).

Fam. *Sturnidae,* Staare. Singvögel mit geradem oder wenig gebogenem, starkem Schnabel, dessen Spitze selten auch nur schwach eingekerbt ist, ohne Bartborsten. *Sturnus vulgaris* L., der gemeine Staar. *Pastor roseus* Temm., Staaramsel. *Buphaga africana* L., Madenhacker.

Hier schliessen sich der Trupial (*Icterus jamacai* Daud.), Brasilien, ferner die *Cotingiden,* Schmuckvögel, an: *Pipra aureola* L., Cayenne, *Rupicola crocea* Bp., Südamerika, und *Cotinga cayana* Geoffr., Cayenne.

Fam. *Lanidae,* Würger. Grosse kräftige Singvögel mit hakig gebogenem, stark gezähntem Schnabel, starken Bartborsten und mässig hohen, scharf bekrallten Füssen. *Lanius excubitor* L., grosser Würger. *L. minor* L., schwarzstirniger Würger. *L. rufus* Briss., rothköpfiger Neuntödter. *L. collurio* L., Neuntödter.

Fam. *Muscicapidae,* Fliegenfänger. Schnabel kurz, an der Basis breit und niedergedrückt, vorne etwas comprimirt, mit hakiger eingekerbter Spitze. *Muscicapa grisola* L., *M. atricapilla* L., *M. collaris* Bechst. *(albicollis). Bombycilla garrula* L., Seidenschwanz.

Fam. *Paridae,* Meisen. Kleine, schöngefärbte und überaus bewegliche Sänger von gedrungenem Körperbau, mit spitzem, kurzem, fast kegelförmigem Schnabel. *Parus major* L., Kohlmeise. *P. ater* L., Tannenmeise. *P. coeruleus* L., Blaumeise. *P. cristatus* L., Haubenmeise. *P. palustris* L., Sumpfmeise. *P. caudatus* L., Schwanzmeise. *Aegithalus pendulinus* L., Beutelmeise. *Panurus barbatus* Briss., Bartmeise, Holland, Südfrankreich. *Sitta europaea* L., Kleiber.

Fam. *Motacillidae,* Bachstelzen. Körperbau schlank. Schnabel ziemlich lang, an der Spitze eingeschnitten. *Anthus pratensis* Bechst., Wiesenpieper. *Motacilla alba* L., *M. flava* L., *M. sulphurea* Bechst., *Accentor alpinus* Bechst., Alpenflüevogel.

Fam. *Sylviadae,* Sänger. Kleine Singvögel mit pfriemenförmigem Schnabel und vorne getäfeltem Lauf. *Sylvia nisoria* Bechst., Sperbergrasmücke. *S. atricapilla* Lath., Mönchgrasmücke. *S. hortensis* Lath., Gartengrasmücke. *Phyllopneuste hypolais* Bechst., Gartensänger oder Bastardnachtigall. *Calamoherpe turdoides* Meyer, Rohrsänger. *Troglodytes parvulus* Koch, Zaunkönig. *Regulus cristatus* Koch, *R. ignicapillus* Naum., Goldhähnchen.

Fam. *Turdidae,* Drosseln. Mit mässig langem, etwas comprimirtem, vor der Spitze leicht gekerbtem Schnabel (Fig. 827 *d*), an dessen Grunde kurze Bartborsten aufsitzen. Die Beine sind hochläufig und mit einer vorderen und zwei seitlichen Schienen bekleidet, gestiefelt. *Cinclus aquaticus* Bechst., Wasseramsel. *Luscinia philomela* Bechst., Sprosser oder grosse Nachtigall, im östlichen Europa. *L. luscinia* L., Nachtigall. *L. suecica* L., Blaukehlchen. *L. rubicula* L., Rothkehlchen. *Turdus pilaris* L., Krammetsvogel. *T. musicus* L., Singdrossel. *T. iliacus* L., Weindrossel. *T. viscivorus* L., Misteldrossel. *T. torquatus* L., Ringeldrossel. *T. merula* L., Schwarzamsel. *T. saxatilis* L., Steindrossel. *T. migratorius* L., Wanderdrossel. *T. cyanus* L., Blaudrossel. *Mimus polyglottus* Boie, Spottdrossel, Nordamerika.

Den Drosseln schliesst sich in der Schnabelform ein grosser neuholländischer Vogel an, der Leierschwanz, *Menura superba* Dav.

5. *Conirostres, Kegelschnäbler, Sperlingsvögel.* Singvögel von geringer Grösse, mit dickem Kopf und kräftigem Kegelschnabel (Fig. 827 *c*), mit kurzem Hals, mittellangen Flügeln und Wandelfüssen. Der niedrige Lauf ist vorne getäfelt. Ernähren sich von Körnern und Sämereien, Beeren und Früchten, verschmähen aber auch Insecten nicht.

Fam. *Alaudidae,* Lerchen. Von erdfarbenem Gefieder, mit mittellangem Schnabel, langen, breiten Flügeln und kurzem Schwanz. *Alauda arvensis* L., Feldlerche. *A. arborea* L., Haiden- und Baumlerche. *A. cristata* L., Haubenlerche. *A. alpestris* L., Berg- oder Alpenlerche. *A. calandra* L., Kalanderlerche, Südeuropa.

Fam. *Fringillidae,* Finken. Mit kurzem, dickem Kegelschnabel ohne Kerbe, aber mit basalem Wulst. *Emberiza citrinella* L., Goldammer. *E. cia* L., Zippammer. *E. nivalis* L., Schneeammer. *Fringilla coelebs* L., Buchfink. *F. spinus* L., Zeisig. *F. linota* Gm., Bluthänfling. *F. carduelis* L., Distelfink. *Passer domesticus* L., Haussperling. *P. montanus* L., Feldsperling. *P. chloris* L., Grünling. *Coccothraustes vulgaris* Pall., Kirschkernbeisser. *Cardinalis virginianus* Bp. *Pyrrhula vulgaris* Briss., Dompfaff. *P. canaria* L., Canarienvogel. *Loxia curvirostra* Gm., Fichtenkreuzschnabel.

Fam. *Ploceidae,* Weber. Bauen beutelförmige Nester. Leben in Afrika, Ostindien, und Australien. *Ploceus textor* Gray, *Pl. socius* Gray.

7. Ordnung. **Raptatores, Raubvögel.**

Kräftig gebaute Vögel mit gekrümmtem, an der Spitze hakig übergreifendem Schnabel und stark bekrallten Sitzfüssen, vornehmlich von Warmblütern lebend.

Die Raubvögel charakterisiren sich bei kräftigem Körperbau vornehmlich durch die hohe Entwicklung der Sinnesorgane, sowie durch die besondere Ausbildung des Schnabels und der Fussbewaffnung, durch welche sie zu der ihnen eigenthümlichen Lebensweise befähigt werden. Schnabel an der comprimirten Wurzel von einer weichen, die Nasenöffnung umschliessenden Wachshaut bekleidet, die schneidenden Ränder und die hakig herabgebogene Spitze des Oberschnabels überaus hart und hornig. Die starken Zehen, von denen die äussere zur Wendezehe werden kann, sind mit überaus kräftigen Krallen bewaffnet, welche die bis zur Fussbeuge, selten bis zu den Zehen befiederten Sitzfüsse zum Fangen der Beute geeignet machen. Vor der Verdauung erweichen sie die aufgenommene Speise im Kropf, aus dem sie die zusammengeballten Federn und Haare als „Gewölle" ausspeien. In der Regel brütet das Weibchen allein, dagegen betheiligt sich das Männchen an der Herbeischaffung der Nahrung für die hilflosen Jungen. Einige Eulen- und Falkengattungen sind Kosmopoliten.

Fig. 839.



Kopf von *Strix flammea.*

1. Gruppe. Nachtraubvögel. Fam. *Strigidae,* Eulen. Mit grossen, nach vorne gerichteten Augen, die von einem Kranze steifer Federn zuweilen schleierartig umstellt sind, und starkem, von der Wurzel an abwärts gebogenem, hakigem Schnabel. Ohr meist mit häutigem Ohrdeckel und äusserer Hautfalte, auf der sich die Federn nach Art einer Ohrmuschel gruppiren können. *Strix flammea* L., Schleiereule (Fig. 839). *Syrnium aluco* L., Waldkauz. *Otus vulgaris* L., Ohreule. *O. brachyotus* Gm., Sumpfohreule. *Bubo maximus* Sibb., Uhu. *Ephialtes scops* L., Zwergohreule, Südeuropa. *Surnia passerina* Blas., Sperlingseule. *Nyctea nivea* Daud., Schneeeule.

2. Gruppe. Tagraubvögel. Fam. *Vulturidae,* Geier. Raubvögel von bedeutender Körpergrösse, mit langem, geradem, nur an der Spitze herabgebogenem Schnabel. Nasen oft durchgängig *(Cathartes).* Kopf und Hals bleiben oft grossentheils nackt, der Kopf trägt zuweilen lappige Hautanhänge, der Nacken wird oft kragenartig von Flaumen und Federn umsäumt. *Sarcorhamphus gryphus* Geoff., Condor. *S. papa* Dum., Königsgeier, Südamerika. *Cathartes aura* Ill., *C. atratus* Baird., Aasgeier, Südamerika. *Neophron percnopterus* Sav., egyptischer Aasgeier. *Vultur cinereus* Gm. (*monachus* L.), Südeuropa. *Gyps fulvus* Briss., *Gypaëtus barbatus* Cuv., Bartgeier, Lämmergeier, südliches Europa.

Fam. *Accipitridae = Falconidae,* Falken. Mit kürzerem und meist gezähntem Schnabel (Fig. 827 *e*), befiedertem Kopf (selten mit nackten Wangen) und Hals. Läufe mittelhoch, zuweilen befiedert.

Aquila chrysaëtos L., Goldadler, Süddeutschland. *A. imperialis* Kais. Blas., Königsadler, Südeuropa. *A. fulva* M. W., Tirol. *A. naevia* Briss., Schreiadler. *Haliaëtus albicilla* Briss. (*ossifragus* L.), Seeadler, Europa, Nordafrika. *Pandion haliaëtos* Cuv., Flussadler, nördliche Erdhälfte.

Milvus regalis Briss., Gabelweihe oder rother Milan, jagt anderen Raubvögeln die Beute ab und greift nur kleine Thiere, wie Hamster, Maulwürfe und Mäuse an. *M. ater* Daud., schwarzbrauner Milan.

Buteo vulgaris L., Mäusebussard. *B. lagopus* L., Rauchfussbussard. *Pernis apivorus* Cuv., Wespenbussard.

Astur palumbarius L., Hühnerhabicht. *Nisus communis* Cuv., Sperber.

Falco tinnunculus L., Thurmfalk. *F. rufipes* Bes., Rothfussfalk. *F. peregrinus* L., Wanderfalk. *F. candicans* Gm. = *gyrfalco* L., Jagdfalk.

Circus rufus L. *(aeruginosus)*, Rohrweihe. *C. cyaneus* L., Kornweihe.

Fam. *Gypogeranidae.* Körper schlank mit langem Hals, langen Flügeln und Schwanz und stark verlängerten Läufen. Schnabel mit ausgedehnter Wachshaut, seitlich comprimirt, stark gebogen. *Gypogeranus serpentarius* Ill., Secretär mit Federbusch, fliegt schlecht, läuft gut, lebt von Schlangen. Afrika.

II. Ratitae.

Flugunfähige Vögel ohne Brustbeinkamm und ohne feste Schwung- und Steuerfedern.

1. Ordnung. **Struthiomorphi.**

Von bedeutender Körpergrösse, mit dreizehigen, ausnahmsweise zweizehigen Lauffüssen.

Die Strausse, die Riesen unter den Vögeln der gegenwärtigen Thierwelt, besitzen einen breiten und flachen, tiefgeschlitzten Schnabel mit stumpfer Spitze, einen relativ kleinen, zum Theil nackten Kopf, einen langen, wenig befiederten Hals und hohe, kräftige Laufbeine. Im Zusammenhange mit der Verkümmerung der Flügelknochen prägen sich im Skeletbau Eigenthümlichkeiten aus, welche diese Vögel als ausschliessliche Läufer charakterisiren. Fast sämmtliche Knochen erscheinen schwer und massig, mit sehr reducirter Pneumaticität. Das Brustbein stellt eine breite, wenig gewölbte Platte dar, an welcher der Brustbeinkamm vollständig fehlt. Ebensowenig kommen die Schlüsselbeine des Schultergerüstes zur Entwicklung. An den Rippen sind die *Processus uncinati* rudimentär oder fehlen ganz. Das Gefieder bekleidet den Körper mit Ausschluss nackter Stellen am Kopfe, Hals, Extremitäten und Bauch ziemlich gleichmässig, ohne eine gesetzmässige Anordnung von Federfluren darzubieten, und nähert sich in seiner besonderen Gestaltung mehr dem Haarkleide der Säugethiere (Casuar). Während die Dunenbekleidung sehr reducirt ist, nehmen die Lichtfedern durch ihren biegsamen Schaft und weiche, zerschlissene Fahne einen mehr dunenartigen Habitus an, oder erscheinen haarartig und straff mit borstenförmigen Strahlen, oder zuweilen, wie in den Flügeln der Casuare, stachelförmig.

Fam. *Struthionidae,* zweizehige Strausse. Mit nacktem Kopf und Hals, geschlossenem Becken und langen, ganz nackten, zweizehigen Beinen (Fig. 825 *h*). Sie sind Bewohner der Steppen und Wüsten Afrikas, leben gesellig und in Polygamie. *Struthio camelus* L., zweizehiger Strauss.

Fam. *Rheidae,* dreizehige Strausse. Mit theilweise befiedertem Kopf und Hals, dreizehigen Füssen. Bewohner Amerikas und Neuhollands. *Rhea americana* Lam., Nandu.

Fam. *Casuaridae,* Casuare. Mit höherem, fast compressem Schnabel und meist helmartigem Knochenhöcker des Kopfes, kurzem Hals und niedrigen dreizehigen Beinen. *Dromaeus Novae Hollandiae* Gray. *Casuarius galeatus* Vieill., Helmcasuar, Neuguinea.

2. Ordnung. **Apterygii.**

Unter den Land-bewohnenden Vögeln ist die Verkümmerung der Flügel ausser den Straussen einer Anzahl höchst absonderlich gestalteter Vögel eigenthümlich, welche untereinander so wesentlich abweichen, dass sie in mehrere Ordnungen gesondert zu werden verdienen. Dieselben gehören vorzugsweise Neuseeland, sodann Madagascar und den Mascarenen an, sind jedoch theilweise aus der lebenden Thierwelt, und zwar nachweisbar erst in historischen Zeiten verschwunden.

In den unbewohnten, waldreichen Gegenden der Nordinsel von Neuseeland lebt heute noch, obwohl mehr und mehr dem Aussterben nahe, ein höchst absonderlicher Vogel, der Kiwi (*Apteryx Mantelli = australis* Shaw), den man zuweilen den Straussen anreiht und als Zwergstrauss bezeichnet. Eine zweite Art desselben Geschlechtes *(A. Owenii)* (Fig. 840) gehört der Südinsel an, auf welcher auch noch eine grössere Form *(Roaroa)* vorkommen soll, die man als dritte Art (*A. maxima* Verr.) unterschieden hat. Der Körper dieser Vögel *(Apterygidae)*, etwa von der Grösse eines starken Huhnes, ist ganz und gar mit langen, locker herabhängenden, haarartigen Federn bedeckt, welche die Flügelstummel vollständig verdecken. Die kräftigen, niedrigen Beine sind mit Schildern bekleidet, die drei nach vorne gerichteten Zehen mit Scharrkrallen bewaffnet, die hintere Zehe kurz und vom Boden erhoben. Der von einem kurzen Halse getragene Kopf läuft in einen überaus langen und rundlichen Schnepfenschnabel aus, an dessen äusserster Spitze die Nasenöffnungen münden. Die Kiwis sind Nachtvögel, die sich den Tag über in Erdlöchern versteckt halten und zur Nachtzeit auf Nahrung ausgehen. Sie ernähren sich von Insectenlarven und Würmern, leben paarweise und legen zur Fortpflanzungszeit, wie es scheint, zweimal im Jahre, ein auffallend grosses Ei, welches in einer ausgegrabenen Erdhöhle vom Weibchen, nach Anderen vom Männchen und Weibchen abwechselnd bebrütet werden soll.

Fig. 840.



Apteryx Owenii.

Eine zweite, als besondere Ordnung zu trennende Gruppe von flugunfähigen Landvögeln Neuseelands umfasst grossentheils ausgestorbene Formen, die eine riesige Körpergrösse (bis 10 Fuss hoch) erreichten, die Riesenvögel

(Dinornithiformes). Von plumpem, unbeholfenem Baue und unfähig, sich vom Boden zu erheben, waren sie nicht im Stande, den Nachstellungen der Neuseeländer Widerstand zu leisten. Von einigen sind Reste aus dem Schwemmland bekannt geworden, von anderen aber noch recente Knochen aufgefunden, so dass die Coexistenz dieser Thiere mit dem Menschen nicht bezweifelt werden kann. Auch weisen die Sagen der Eingeborenen von dem Riesen *Moa* und mehrfache Funde von Eierfragmenten in Gräbern darauf hin, dass die Riesenvögel noch in historischen Zeiten gelebt haben, wie andererseits Entdeckungen der jüngsten Vergangenheit sogar die gegenwärtige Existenz kleinerer Arten wahrscheinlich gemacht haben. Insbesondere wurden neuerdings beim Durchforschen der Bergketten zwischen dem Rewaki- und Tabakaflusse Fussspuren eines ungeheuren Vogels entdeckt, dessen Knochen aus dem vulkanischen Sande der Nordinsel bereits bekannt waren. Von den riesengrossen Arten (*Palapteryx ingens — Dinornis giganteus, elephantopus* etc.) ist es theilweise gelungen, aus den gesammelten Knochen die Skelete vollständig zusammenzusetzen. Stets fehlen jedoch an denselben die Flügelknochen, die trotz der zahlreichen seither gemachten Funde bislang nicht bekannt geworden und in keiner der Abhandlungen Owen's beschrieben sind.

Auch auf Madagascar hat man im Alluvium Stücke von Tarsalknochen eines Riesenvogels (*Aepyornis maximus,* Vogel Ruc, Marco Polo) und im Schlamme wohlerhaltene kolossale Eier entdeckt, deren Inhalt ungefähr 150 Hühnereier umfasst haben mag. Man hat für diese Vögel eine besondere Ordnung (Aepyornithiformes) aufgestellt.

V. Classe. Mammalia[1]), Säugethiere.

Behaarte, meist vierbeinige Warmblüter, welche lebendige Junge gebären und diese mittelst des Secretes von Milchdrüsen aufsäugen.

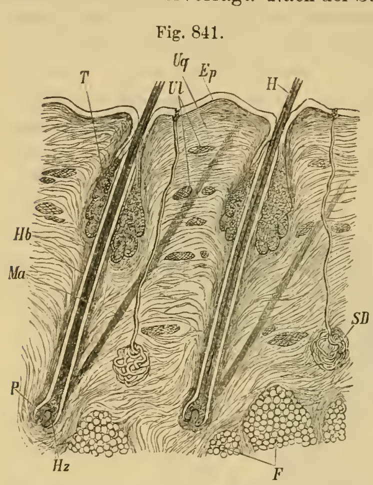
Den Vögeln gegenüber sind die Säugethiere durch die gleichmässige Gestaltung beider Extremitätenpaare vornehmlich zum Landaufenthalt befähigt. Indessen treffen wir auch hier Formen an, welche in verschiedenem Grade dem Wasserleben angepasst sind, ja sogar ausschliesslich das Wasser bewohnen, oder als Flatterthiere in der Luft sich bewegen und hier ihre Nahrung finden.

---

[1]) Joh. Ch. D. v. Schreber, die Säugethiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen, fortgesetzt von Joh. Andr. Wagner. Bd. I—VII und Suppl. I—V. Erlangen und Leipzig 1775—1855. E. G. St. Hilaire et Fréd. Cuvier, Histoire naturelle des Mammifères. Paris 1819—1835. C. J. Temmink, Monographie da mammalogie. Leiden 1825—1841. R. Owen, Odontography. 2 Vol. London 1840—1845. Blasius, Die Säugethiere Deutschlands, 1875. G. Giebel, Die Säugethiere in zoologisch-anatomischer und paläontologischer Hinsicht. Leipzig 1850. A. E. Brehm, Illustrirtes Thierleben. I, II u. III. And. Murray, The geographical distribution of mammalia. London 1866. Vergl. ferner die zahlreichen Arbeiten über fossile Säugethiere von Owen, Gaudry, Cope, Marsh, W. Kowalevsky, Rutimeyer, Schlosser etc.

Dasselbe, was die Befiederung für die Vögel, ist das Haarkleid für die Säugethiere (von Oken *„Haarthiere“* genannt). Obwohl die kolossalen Wasserbewohner und die grössten Landthiere der Tropen nackt zu sein scheinen, so fehlen doch auch hier die Haare nicht an allen Stellen, indem z. B. die Cetaceen wenigstens an den Lippen kurze Borsten tragen. Auch das Haar (Fig. 841) ist eine Epidermoidalbildung und erhebt sich mit zwiebelartig verdickter Wurzel (Haarzwiebel) auf einer gefässreichen Papille (Pulpa) im Grunde einer von der Oberhaut bekleideten Einstülpung der Cutis (Haarbalg), während sein oberer Theil, der Schaft, frei aus der Oberfläche der Haut hervorragt. Nach der Stärke und Festigkeit des Haarschaftes unterscheidet man Licht- oder Stichelhaare und Wollhaare. Die letzteren sind zart, gekräuselt und umstellen in grösserer oder geringerer Zahl je ein Stichelhaar. Je feiner und wärmeschützender der Pelz, umso bedeutender wiegen die Wollhaare vor (Winterpelz). Die Stichelhaare werden durch bedeutendere Stärke zu Borsten, welche wiederum durch fortgesetzte Dickenzunahme in Stacheln übergehen (Igel, Stachelschwein). An den stärkeren Haaren heften sich glatte Muskeln den Bälgen der Unterhaut an, durch welche jene einzeln bewegt werden, während die quergestreifte Hautmuskulatur ein Sträuben des Haarkleides und Emporrichten der Stacheln über grössere Hautflächen veranlasst. Auch kann die Epidermis sowohl kleinere Hornschuppen, als grosse, dachziegelartig übereinandergreifende Schuppen bilden, erstere am Schwanze von Nagethieren und Beutlern, letztere auf der gesammten Rücken- und Seitenfläche der Schuppenthiere, welche durch diese Art der Epidermoidalbekleidung einen hornigen Hautpanzer erhalten.

Fig. 841.



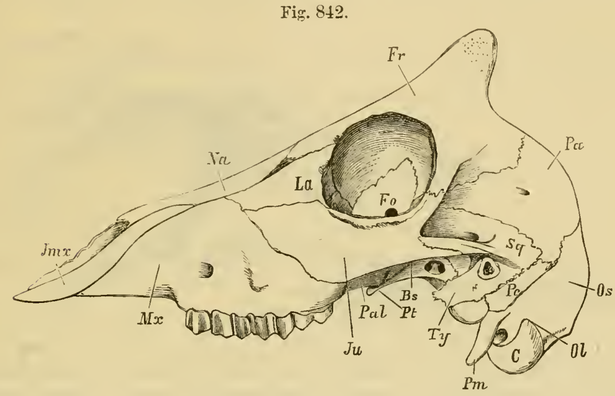
Schnitt durch die Kopfhaut des Menschen, *Ep* Epidermis, *Uq* Querzüge des Cutisbindegewebes, *Ul* Längszüge desselben, *H* Haar, *Hz* Haarzwiebel, *P* Papille des Haares, *Hb* Haarbalg, *Ma* Musculus arrector pili, *T* Talgdrüsen, *SD* Schweissdrüsen, *F* Fettkörper.

Eine andere Form des Hautpanzers entsteht durch Ossification der Cutis bei den Gürtelthieren, deren Hautknochen aneinandergrenzende Platten, sowie in der Mitte des Leibes breite, verschiebbare Knochengürtel darstellen. Zu den Hautverknöcherungen gehören ferner die periodisch sich erneuernden Geweihe der Hirsche, zu den Epidermoidalbildungen die Hornscheiden der Cavicornier, die Hörner der Rhinoceren, sowie die mannigfachen Hornbekleidungen der Zehenspitzen, welche als Plattnägel *(Unguis lamnaris),*

Kuppnägel *(U. tegularis),* Krallen *(Fulcula)* und Hufe *(Ungula)* unterschieden werden.

Als Hautdrüsen haben die acinösen *Talgdrüsen* und die tubulösen *Schweissdrüsen* eine grosse Verbreitung (Fig. 841). Jene sind ständige Begleiter der Haarbälge, finden sich aber auch an nackten Hautstellen und sondern eine fettige Schmiere ab, welche die Hautoberfläche weich erhält. Die Schweissdrüsen zeigen die Form eines knäuelartig verschlungenen Drüsencanals mit spiralgewundenem Ausführungsgang und werden nur selten vermisst *(Cetaceen, Mus, Talpa).* Bei zahlreichen Säugethieren kommen noch an verschiedenen Hautstellen grössere Drüsen mit stark riechenden Secreten vor, welche meist auf modificirte Talgdrüsen, seltener auf Schweissdrüsen zurückzuführen sind. Dazu gehören z. B. die Occipitaldrüsen der Kameele, die in Vertiefungen der Thränenbeine liegenden Schmierdrüsen von *Cervus,*

Fig. 842.



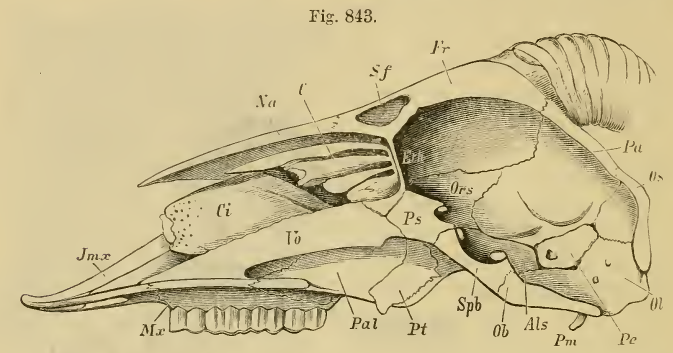
Schädel einer Ziege in seitlicher Ansicht. *Ol* Occipitale laterale, *C* Condylus, *Pm* Processus paramastoideus, *Os* Occipitale superius, *Sq* Squamosum, *Ty* Tympanicum, *Pe* Petrosum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *La* Lacrymale, *Na* Nasale, *Fo* Foramen opticum, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Ju* Jugale, *Pal* Palatinum, *Pt* Pterygoideum, *Bs* Basisphenoid.

Antilope, Ovis, die Schläfendrüse der Elephanten, die Gesichtsdrüsen der Fledermäuse, die Klauendrüsen der Wiederkäuer, die Seitendrüsen der Spitzmäuse, die Sacraldrüse von *Dicotyles,* die Drüsen am Schwanze des Desman, die Cruraldrüsen der männlichen Monotremen etc. Am häufigsten finden sich dergleichen Absonderungsorgane in der Nähe des Afters oder in der Inguinalgegend und liegen dann oft in besonderen Hautaussackungen, wie z. B. die Analdrüsen zahlreicher Raubthiere, Nager und Edentaten, die Zibethdrüsen der Viverren, der Moschusbeutel von *Moschus moschiferus,* die Bibergeilsäcke an der Vorhaut des männlichen Bibers.

Das Skelet wird durch schwere, markhaltige Knochen gebildet, und nur in einzelnen Schädel- und Gesichtsknochen kommen pneumatische Höhlen vor. Der Schädel (Fig. 842) erscheint als geräumige Kapsel, deren Knochen-

stücke nur ausnahmsweise frühzeitig (Schnabelthier) verschmelzen, in der Regel aber zeitlebens grösstentheils durch Nähte gesondert bleiben. Freilich gibt es Fälle genug, in denen am ausgewachsenen Thiere die Nähte theilweise oder sämmtlich verschwunden sind (Affen, Wiesel). Die umfangreiche Ausdehnung der Schädelkapsel wird nicht nur durch bedeutende Grösse des Schädeldaches, sondern auch dadurch erreicht, dass die seitlichen Schädelknochen an Stelle des Interorbitalseptums sich bis in die Ethmoidalgegend nach vorne hin erstrecken. So kommt es, dass das *Ethmoideum (Lamina cribrosa)* zur Begrenzung der vorderen und unteren Partie des Schädels verwendet wird (Fig. 843). Auch die *Temporal*knochen nehmen wesentlichen Antheil an der Schädelbegrenzung, indem nicht nur das *Petrosum* und ein Theil des *Mastoideum,* sondern auch das grosse *Squamosum* die zwischen *Alisphenoid* und den Seitentheilen des Hinterhauptes bleibende Lücke aus-

Fig. 843.



Schöpsenschädel, median durchsägt, von innen gesehen. *Ob* Occipitale basale, *Ol* O. laterale, *Os* O. superius, *Pe* Petrosum, *Spb* Basisphenoideum, *Ps* Praesphenoideum, *Als* Alisphenoideum, *Ors* Orbitosphenoideum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Sf* Sinus frontalis, *Eth* Ethmoideum, *Na* Nasale, *C* Conchae ethmoidales, *Ci* Concha inferior (Os turbinatum), *Pt* Pterygoideum, *Pal* Palatinum, *Vo* Vomer, *Mx* Maxillare, *Jmx* Intermaxillare, *Pm* Processus paramastoideus.

füllen. Ueberall articulirt *das Hinterhauptsbein auf dem ersten Halswirbel mit zwei Gelenkhöckern* und zeigt häufig an den Seitentheilen *(Occipitalia lateralia)* jederseits einen pyramidalen Fortsatz *(Pr. jugularis* oder *paramastoideus).* Häufig erhalten sich vorderer und hinterer Keilbeinkörper *(Praesphenoid, Basisphenoid)* (Fig. 843) lange Zeit gesondert; an den letzteren schliessen sich die hinteren Keilbeinflügel *(Alisphenoidea)* mit den zugehörigen Deckstücken, den Scheitelbeinen *(Parietalia)* an, hinter welchen zuweilen ein accessorisches Scheitelbein *(Os interparietale)* zur Entwicklung kommt; dieses verschmilzt jedoch in der Regel mit dem *Occipitale superius,* seltener mit den Scheitelbeinen. Minder häufig als die beiden Scheitelbeine verwachsen die Stirnbeine, durch welche die vorderen Keilbeinflügel *(Orbitosphenoidea)* an der Schädeldecke geschlossen werden. Am Schläfenbein kommen zu dem Felsenbein (die drei Stücke der Gehörkapsel *Pro-, Opistho-,*

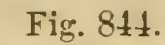
Epioticum) und dem Zitzenbein (Theil des Epioticum) das *Squamosum* als grössere Knochenschuppe und von aussen das Paukenbein *(Os tympanicum)* hinzu, welches den äusseren Gehörgang umschliesst und sich häufig zu einer hervorragenden Kapsel erweitert. Postfrontalia fehlen. Zum vorderen Verschluss der Schädelhöhle wird die durchlöcherte Platte *(Lamina cribrosa)* des Siebbeines *(Ethmoideum)* verwendet, welches nur bei den Affen und beim Menschen mit einem (dann als *Lamina papyracea* bezeichneten) Theil zur Bildung der inneren Augenhöhlenwand beiträgt. In allen anderen Fällen liegt das Siebbein vor den Augenhöhlen und wird seitlich von den Maxillarknochen umlagert, erlangt dann aber auch eine bedeutende Längenausdehnung. Während die *Lamina perpendicularis* des Siebbeines, an welche sich vorne die knorpelige Nasenscheidewand, von unten der *Vomer* anschliesst, dem *Ethmoideum impar* entspricht, wird man die Seitenhälften mit der Lamina cribrosa und dem Labyrinthe (Siebbeinzellen und die beiden oberen Muschelpaare, *Conchae ethmoidales*) auf die *Praefrontalia (Ethmoidalia lateralia)* der niederen Wirbelthiere zurückzuführen haben. Im vorderen Abschnitte der Nasenhöhle endlich treten als selbstständige Ossificationen die unteren Muscheln *(Os turbinatum)* auf, welche an der inneren Seite des Oberkiefers anwachsen. An der äusseren Fläche der Siebbeinregion lagern sich als Belegknochen die Nasenbeine und seitlich die Thränenbeine an. Das Thränenbein (bei den Robben und meisten Cetaceen als selbstständiger Knochen vermisst) dient zur vorderen Begrenzung der Augenhöhle, tritt aber zugleich gewöhnlich als Gesichtsknochen an der äusseren Fläche hervor.

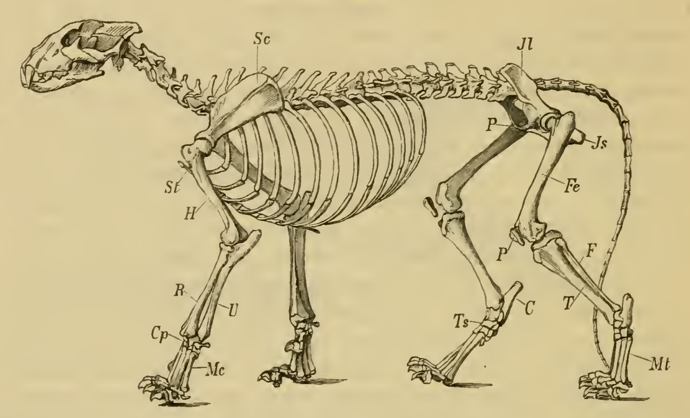
Charakteristisch für die Säugethiere ist die feste Verschmelzung des Schädels mit dem Oberkiefer-Gaumenapparat und die Beziehung des Kieferstiels zur Paukenhöhle. Diese hat zur Folge, dass sich der Unterkiefer direct am Schläfenbein einlenkt ohne Vermittlung eines *Quadratums,* dessen morphologisch gleichwerthiges Knochenstück schon im Laufe der Embryonalentwicklung an die Aussenfläche der Ohrkapsel in die spätere Paukenhöhle gerückt und zum Amboss *(Incus)* umgebildet ist, während das obere Stück des Meckel'schen Knorpels (*Os articulare* des Unterkiefers) zum Hammer *(Malleus)* wurde (Reichert). Dagegen soll sich der Steigbügel *(Stapes)* aus dem oberen Stück des Zungenbeinbogens *(Hyomandibulare)* entwickelt haben. Kiefer-, Flügel- und Gaumenbeine bieten ähnliche Verhältnisse wie bei den Schildkröten und Crocodilen, doch fehlt stets ein Quadratojugale, indem sich das *Jugale* an das Squamosum anlegt. Ueberall haben wir die Bildung einer die Mund- und Nasenhöhle trennenden Gaumendecke, an deren Hinterende die Choanen münden.

Die Schädelkapsel wird bei den Säugethieren durch das Gehirn so vollständig ausgefüllt, dass ihre Innenfläche einen relativ genauen Abdruck der Gehirnoberfläche darbietet. Sie ist bei dem bedeutenden Umfange des Gehirns weit geräumiger als in irgend einer anderen Wirbelthierclasse, bietet aber in den einzelnen Gruppen mannigfache Abstufungen der Grössen-

entwicklung, zugleich auch im Verhältniss zur Ausbildung des Gesichtes, welches im Allgemeinen um so mehr im Vergleich zur Schädelkapsel hervortritt, je tiefer die intellectuellen Fähigkeiten des Thieres zurückbleiben (Camper'scher Gesichtswinkel). Das Zungenbein ist auf eine stegartige Querbrücke (Zungenbeinkörper) zweier Bogenpaare reducirt, bei den Brüllaffen *(Mycetes)* mächtig entwickelt und ausgehöhlt.

Die Wirbelsäule zeigt mit Ausnahme der Cetaceen die fünf als Hals, Brust, Lenden, Kreuzbein und Schwanz bezeichneten Regionen (Fig. 844). Bei den der Hintergliedmassen entbehrenden Wasserbewohnern fällt die Unterscheidung einer Kreuzbein- oder Sacralregion aus und geht die Lendengegend direct in den Schwanz über; andererseits ist hier die Halsregion auffallend verkürzt und durch die Verwachsung der vordersten Wirbel fest und unbeweglich.


Fig. 844.



Skelet des Löwen, nach Giebel (Bronn's Classen und Ordnungen). *St* Sternum, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Cp* Carpus, *Mc* Metacarpus, *Jl* Ilium, *P* Os pubis, *Js* Os ischii, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *P* Patella, *Ts* Tarsus, *Ml* Metatarsus, *C* Calcaneus.

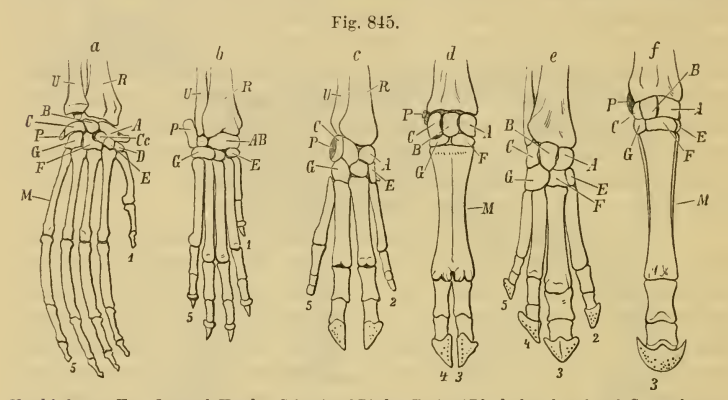
Die Wirbelkörper stehen untereinander nur ausnahmsweise (Halswirbel der Hufthiere) durch Gelenkflächen, dagegen allgemein durch elastische Bandscheiben *(Ligamenta intervertebralia)* in Verbindung. Der erste Halswirbel *(Atlas)* ist ein hoher Knochenring mit breiten, flügelartigen Querfortsätzen, auf deren Gelenkflächen die beiden Condyli des Hinterhauptbeines die Hebung und Senkung des Kopfes vermitteln. Die Drehung des Kopfes nach rechts und nach links geschieht dagegen durch die Bewegung des Atlas um einen medianen, dem nachfolgenden Wirbel, dem *Epistropheus,* angehörenden Fortsatz *(Processus odontoideus),* welcher morphologisch dem vom Atlas gesonderten und mit dem Körper des Epistropheus vereinigten Wirbelkörper des Atlas entspricht. Die Rückenwirbel charakterisiren sich durch hohe, kammförmige Dornfortsätze und den Besitz von Rippen, von denen sich die

vorderen an dem meist langgestreckten, aus zahlreichen hintereinander gereihten Knochenstücken zusammengesetzten Brustbeine durch Knorpel anheften, während die hinteren als sog. falsche Rippen das Brustbein nicht erreichen. Am Wirbel articuliren die Rippen mittelst Capitulum und Tuberculum. Während die Zahl der Halswirbel fast constant 7 bleibt, nur bei *Manatus* und *Choelopus* sich auf 6 vermindert, bei *Bradypus* um 1 oder 2 vermehrt, ist die der Rückenwirbel einem grösseren Wechsel unterworfen. Grössere Variationen bietet die Wirbelzahl der nachfolgenden Regionen, Variationen, welche unter Bezugnahme auf die Lagenveränderungen des Kreuzbeines bei Zusammenziehung der Brust- und Lendenwirbel als Dorsolumbalwirbel verständlich werden. Die Zahl der Dorsolumbalwirbel ist am geringsten bei Fledermäusen und dem Orang (16—15) und beträgt in den meisten Ordnungen 19 oder 20, steigt aber bei vielen Ungulaten *(Perissodactylen)* auf 23, ja 24 und wird am grössten bei den *Hyrax* (28—29). Die 2 (Beutler) bis 4 oder 5, selten bis auf 9 (Gürtelthier) vermehrten Sacralwirbel charakterisiren sich durch feste Verschmelzung untereinander und Verwachsung ihrer Seitenfortsätze (nebst Rippenresten) mit den Hüftbeinen. Die nach Zahl und Beweglichkeit überaus wechselnden Schwanzwirbel verschmälern sich nach dem Ende der Leibesaxe und besitzen nicht selten (Kängeruh und Ameisenfresser) untere Dornfortsätze, verlieren aber nach hinten zu mehr und mehr sämmtliche Fortsätze.

Von den beiden Extremitätenpaaren fehlen die vorderen in keinem Falle. Am Schultergürtel vermisst man da, wo die Vordergliedmassen bei der Locomotion nur zur Stütze des Vorderleibes dienen oder eine einfache pendelartige Bewegung ausführen, wie beim Rudern, Gehen, Laufen, Springen etc., das *Schlüsselbein* (Walfische, Hufthiere, Raubthiere), während sich sonst die *Scapula* mittelst einer mehr oder minder starken, stabförmigen *Clavicula* dem Brustbein anfügt. Das hintere Schlüsselbein reducirt sich fast allgemein auf den Rabenfortsatz *(Processus coracoideus)* des Schulterblattes und bildet nur bei den Monotremen eine grosse, zum Brustbein reichende Knochenplatte. In festerem Zusammenhange mit dem Rumpfe als die vorderen Gliedmassen stehen die hinteren Extremitäten, deren Gürtel nur bei den Walfischen rudimentär bleibt und durch zwei ganz lose mit der Wirbelsäule verbundene Knochen vertreten wird. Bei allen anderen Säugethieren ist der Beckengürtel mit den Seitentheilen des Kreuzbeines verwachsen und durch die Symphyse der Schambeine, eventuell zugleich der Sitzbeine ventral geschlossen. Die im Schulter- und Beckengürtel eingelenkten Gliedmassen erfahren bei den schwimmenden Säugethieren eine beträchtliche Verkürzung und bilden entweder, wie die Vordergliedmassen der Cetaceen, platte, in ihren Knochenstücken unbewegliche (bei den Sirenen mit Ellbogenbeuge) Flossen mit stark vermehrter Phalangenzahl der Finger, oder wie bei den Pinnipedien flossenartige Beine, die auch als Fortschieber auf dem Lande gebraucht werden können. Bei den Flatterthieren erlangen

die Vordergliedmassen in Verbindung mit einer zwischen den ungemein verlängerten Fingern, der Extremitätensäule und den Seiten des Rumpfes ausgespannten Hautfalte eine bedeutende Längenentwicklung. Sowohl an den Flossen der Cetaceen, als an den Fluggliedmassen der Fledermäuse fehlen Nagelbildungen, im letzteren Falle freilich mit Ausnahme des aus der Flughaut vorstehenden, stets Krallen-tragenden Daumens. Bei den Landsäugethieren verhalten sich die Extremitäten sowohl an Länge, als hinsichtlich ihrer besonderen Gestaltung überaus verschieden. Der röhrenförmige *Humerus* steht im Allgemeinen rücksichtlich seiner Länge im umgekehrten Verhältniss zu dem Metacarpaltheil des Vorderfusses. *Radius* und *Ulna* übertreffen den Oberarm fast allgemein an Länge, ebenso an der Hintergliedmasse *Tibia* und *Fibula* den Oberschenkel *(Femur)*. Die Ulna bildet das Charniergelenk des Ellbogens und läuft hier in einen Hakenfortsatz

Fig. 845.



Handskelete. *a* Vom Orang, *b* Hund, *c* Schwein, *d* Rind, *e* Tapir, *f* Pferd; *b, c, d, e, f* nach Gegenbaur, *R* Radius, *U* Ulna, *A* Scaphoideum, *B* Lunare, *C* Triquetrum, *D* Trapezium, *E* Trapezoides, *F* Capitatum. *G* Hamatum, *P* Pisiforme, *Cc* Centrale carpi, *M* Metacarpus.

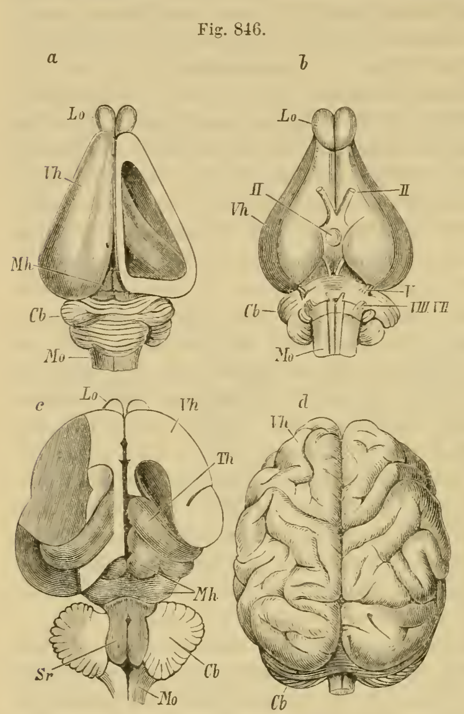
(Olecranon) aus, der Radius verbindet sich dagegen mit der Handwurzel und ist oft um die Ulna drehbar *(Pronatio, Supinatio)*, in anderen Fällen jedoch mit der Ulna verwachsen, welche dann bis auf den Gelenkfortsatz ein rudimentärer, grätenartiger Stab bleibt. An der Hintergliedmasse, deren Kniegelenk einen nach hinten offenen Winkel bildet und meist von einer Kniescheibe *(Patella)* bedeckt wird, kann sich zuweilen (Beutler) auch die Fibula an der Tibia bewegen, in der Regel aber sind diese beiden Knochen verwachsen und die nach hinten und aussen gelegene Fibula meist verkümmert. Weit auffallender sind die Verschiedenheiten am terminalen Abschnitt der Gliedmassen (Fig. 845). Die Fünfzahl der Zehen wird nicht überschritten, wohl aber reducirt sich dieselbe in allmäligen Abstufungen, indem zuerst die aus zwei Phalangen zusammengesetzte Innenzehe (Daumen) rudimentär wird und hinwegfällt; dann die kleine Aussenzehe, sowie die

zweit-innere Zehe verkümmern oder verschwinden, im ersteren Falle zuweilen als kleine, vom Boden erhobene sog. Afterklauen an der hinteren Fläche des Fusses (Wiederkäuer) persistiren. Endlich reducirt sich auch die zweit-äussere Zehe oder fällt ganz aus, so dass die Mittelzehe zur ausschliesslichen Stütze der Extremitäten übrig bleibt (Einhufer). Dieser allmäligen Reduction der Zehen geht aber eine Vereinfachung und Veränderung der Fusswurzel- und Mittelfussknochen parallel, indem die metacarpalen Träger der rudimentären oder völlig ausfallenden seitlichen Zehen zu den sog. Griffelbeinen verkümmern oder ganz ausfallen, und die beiden mittleren Metacarpalknochen oft zu einem starken und langen Röhrenknochen verschmelzen. Die kleinen Wurzelknochen, welche zur Herstellung des Fussgelenkes verwendet werden und den durch die auftretende Extremität erzeugten Stoss wesentlich zu vermindern haben, ordnen sich meist in zwei, beziehungsweise drei Reihen an, aus welchen an den hinteren Gliedmassen gewöhnlich zwei Knochen, das Sprungbein *(Astragalus)* und Fersenbein *(Calcaneus)*, bedeutend hervortreten. Die Zehen des Vorderfusses kann man nach Analogie des menschlichen Körpers Finger nennen, zur Hand wird der Vorderfuss durch die Opponirbarkeit des inneren Fingers oder Daumens. Auch am Fusse der hinteren Extremität ist zuweilen die grosse Zehe opponirbar, hiemit ist aber der Fuss noch nicht zur Hand, sondern nur zum Greiffuss (Affen) geworden, da zum Begriffe der Hand auch die besondere Anordnung der Knochen des Carpus und der Muskulatur wesentlich erscheinen. Nach der Art und Weise, wie die Extremität beim Laufen den Boden berührt, unterscheidet man Sohlengänger (Plantigraden), Zehengänger (Digitigraden) und Spitzengänger (Unguligraden). Bei den letzteren ist die Zahl der Zehen und Mittelfussknochen bedeutend reducirt und die Extremität durch Umbildung des Mittelfusses zu einem langen Röhrenknochen bedeutend verlängert.

Das *Nervensystem* (Fig. 846) zeichnet sich durch Grösse und hohe Entwicklung des Gehirns aus, dessen Hemisphären einen so bedeutenden Umfang gewinnen, dass sie nicht blos den vorderen Raum des Schädels erfüllen, sondern selbst das kleine Gehirn theilweise bedecken. Bei den Beutlern und Monotremen bleibt die Oberfläche der Grosshirnhemisphären noch glatt, bei den Edentaten, Nagern und Insectivoren treten an derselben Eindrücke auf, welche sich mehr und mehr zu regelmässigen Furchen zur Begrenzung von Windungen *(Gyri)* anordnen. Eine die Seitenhälften der Grosshirnhemisphären verbindende Commissur (der Balken, *Corpus callosum*) ist wohlentwickelt und nur bei den Aplacentalien rudimentär. Dagegen treten die als Vierhügel sich darstellenden *Corpora bigemina (quadrigemina)* an Umfang zurück und werden grossentheils oder vollständig von den hinteren Lappen der Grosshirnhemisphären überdeckt. Hirnanhang *(Hypophysis)* und sog. Zirbel *(Epiphysis)* werden in keinem Falle vermisst. Das kleine Gehirn *(Cerebellum)* verhält sich noch bei den Aplacentalien durch die vorwiegende Ausbildung des Mittelstückes ähnlich wie bei den Vögeln, erhebt sich aber

durch zahlreiche Uebergangsformen zu einer grösseren Ausbildung der Seitenlappen. Auch die Varolsbrücke *(Pons Varoli)* ist anfangs noch schwach, vergrössert sich aber bei den höheren Typen der Säugethiere zu einer mächtigen Anschwellung an der Uebergangsstelle des Gehirnstammes in die Rückenmarksstränge. Die 12 Hirnnerven sind vollständig gesondert. Das Rückenmark erfüllt den Wirbelcanal gewöhnlich nur bis zur Kreuzbeingegend, in welcher es mit einer sog. *Cauda equina* endet, und entbehrt der hinteren Rautengrube.

Fig. 846.



Säugethierhirne. *a* Gehirn des Kaninchens, von oben; das Dach der rechten Hemisphäre abgetragen, so dass man in den Seitenventrikel sieht; *b* dasselbe von unten; *c* Gehirn der Katze, rechterseits ist der seitliche und hintere Abschnitt des Vorderhirns abgetragen, fast in gleicher Ausdehnung auch linkerseits; ebenso sind die Kleinhirnhemisphären zum grossen Theile entfernt; *d* Gehirn vom Orang. *a, b, c* nach Gegenbaur, *d* aus règne animal. *Vh* Grosshirnhemisphären, *Mh* Corpor quadrigemina. *Cb* Cerebellum, *Mo* Medulla oblongata. *Lo* Lobus olfactorius, *II* Nervus opticus, *V* N. trigeminus, *VII VIII* N. facialis und N. acusticus, *H* Hypophysis cerebri, *Th* Thalamus opticus (Sehhügel), *Sr* Sinus rhomboidalis (Rautengrube).

Unter den Sinnesorganen zeigt das *Geruchsorgan* durch die Complication des Siebbeinlabyrinthes eine grössere Entfaltung der riechenden Schleimhautfläche als in irgend einer anderen Classe. Die beiden Nasenhöhlen, durch eine mediane Scheidewand gesondert, communiciren oft mit Nebenräumen benachbarter Schädel- und Gesichtsknochen *(Sinus frontales, sphenoidales, maxillares)* und münden mittelst paariger Oeffnungen, welche jedoch bei den des Geruchsvermögens entbehrenden Cetaceen zu einer medianen Oeffnung verschmelzen können *(Delphine)*. In diesem Falle dienen die Nasengänge lediglich als Luftwege. Die Nasenöffnungen werden in der Regel durch bewegliche Knorpelstückchen gestützt, deren Vermehrung das Auftreten eines Rüssels bedingt. welcher zum Wühlen und Tasten, bei beträchtlicher Ausbildung (Elephant) als Greiforgan benutzt wird. Bei tauchenden Säugethieren können die Nasenöffnungen durch Muskeln (Seehunde) oder durch

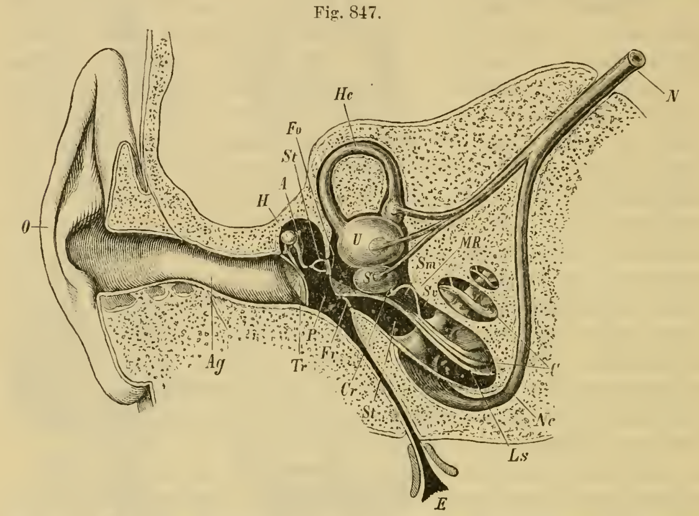
Klappenvorrichtungen geschlossen werden. Häufig findet sich an der äusseren Nasenwand oder in der Höhle des Oberkiefers eine Nasendrüse. Der Geruchsnerv breitet sich an den oberen Muscheln und an den oberen Partien der Nasenscheidewand aus. Die untere Muschel ist zuweilen *(Phoca)* complicirt gefaltet. Die Choanen münden stets paarig und weit nach hinten am Ende des weichen Gaumens in den Schlund ein. Den Säugethieren kommt auch das Jacobson'sche Organ zu. Dasselbe besteht aus zwei unterhalb der Nasenhöhle gelegenen Canälen, welche mit der Mundhöhle am Gaumen durch die Stenson'schen Gänge in Verbindung stehen und Endigungen von Olfactoriusfasern tragen.

Die *Augen* verhalten sich in dem Grade ihrer Ausbildung verschieden und sind bei den in der Erde lebenden Säugethieren überaus klein, in einigen Fällen *(Spalax, Chrysochloris)* ganz unter der Haut verborgen, unfähig, Lichteindrücke aufzunehmen. Sie liegen meist an den Seiten des Kopfes in einer unvollständig geschlossenen, mit der Schläfengegend verbundenen Orbita und sehen einzeln ohne gemeinsame Sehachse, die nur bei der Stirnlage des Auges *(Primaten)* möglich erscheint. Ausser dem oberen und unteren Augenlide findet sich eine innere Nickhaut (mit der Harder'schen Drüse), wenngleich nicht in der vollkommenen Ausbildung und ohne den Muskelapparat der Nickhaut der Vögel, zuweilen auf ein kleines Rudiment *(Plica semilunaris)* am inneren Augenwinkel reducirt. Der Augapfel besitzt eine mehr oder minder sphärische Gestalt (bei den Cetaceen u. A. mit verkürzter Achse) und kann häufig durch einen Retractor bulbi in die Orbita zurückgezogen werden. Die Thränendrüse mit ihrem in die Nasenhöhle mündenden Ausführungsgang liegt an der oberen äusseren Seite der Orbita, Ein Tapetum der Chorioidea trifft man bei den Carnivoren und Pinnipedien. Delphinen, Hufthieren und einigen Beutlern an.

Das *Gehörorgan* (Fig. 847) unterscheidet sich von dem der Vögel vornehmlich durch die complicirtere Ausbildung des äusseren Ohres, *die Dreizahl der Schall-leitenden Knöchelchen* (der Steigbügel, welcher die Fenestra ovalis verschliesst, der sich an das Trommelfell anschliessende Hammer und der Amboss) und durch die meist in zwei bis drei Spiralgängen gewundene Schnecke, welche mit dem *Sacculus* des Vorhofes durch einen engen Canal *(Canalis reuniens)* in Verbindung steht, während von dem *Utriculus* die drei halbkreisförmigen Canäle ausgehen. Der mit dem Vorhof *(Vestibulum)* in Verbindung stehende Schneckengang, welcher das sog. Corti'sche Organ, den Endapparat des Nervus cochlearis enthält, wird in seinem Verlaufe von mit Lymphe *(Perilymphe)* erfüllten Räumen begleitet, von denen der eine *(Scala vestibuli)* mit dem den Vorhof umgebenden Lymphraum in Communication steht, der andere *(Scala tympani)* mit dem ersteren an der Kuppel der Schnecke zusammenhängt und gegen die Paukenhöhle hin durch die membranös verschlossene *Fenestra rotunda* angrenzt. Die beiden Lymphräume werden durch die *Lamina spiralis* von einander geschieden; der

das Corti'sche Organ enthaltende Schneckengang *(Scala media)* liegt gegen die Aussenseite der Schnecke gedrängt und wird von der Scala vestibuli durch eine schräg ausgespannte Membran, die *Membrana Reissneri,* geschieden. Das häutige Labyrinth ist mit Flüssigkeit *(Endolymphe)* gefüllt und enthält in dem Vorhofstheil die Otolithen. Die Paukenhöhle ist ungleich geräumiger und keineswegs immer auf den Raum des oft blasig vorspringenden Paukenbeins beschränkt, sondern mit Höhlungen benachbarter Schädelknochen in Communication gesetzt. Am umfangreichsten ist die Paukenhöhle der Cetaceen, bei denen sich der Schall nicht wie bei den Luftbewohnern durch Trommelfell und Gehörknöchelchen dem ovalen Fenster

Fig. 847.



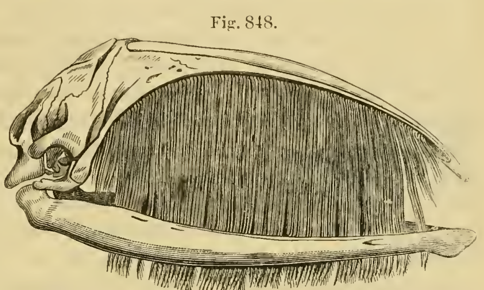
Gehörorgan des Menschen, schematisch, nach Czermak (etwas verändert). *O* Ohrmuschel, *Ag* äusserer Gehörgang, *Tr* Trommelfell (Membrana tympani), *H* Hammer, *A* Amboss, *St* Steigbügel, *P* Paukenhöhle (Cavum tympani), *E* Tuba Eustachii, *Fo* Fenestra ovalis, *Fr* Fenestra rotunda, *U* Utriculus, *Hc* halbkreisförmiger Canal, *S* Sacculus, *Cr* Canalis reuniens, *C* Schnecke (Cochlea), *MR* Membrana Reissneri, *Ls* Lamina spiralis, *Sm* Scala media, *Sv* Scala vestibuli, *St* Scala tympani, *N* Nervus acusticus, *Nc* Nervus cochlearis.

des Vorhofes mittheilt, sondern sich vornehmlich von den Kopfknochen aus durch die Luft der Paukenhöhle auf das Fenster der ungewöhnlich vergrösserten Schnecke fortpflanzt und von da auf das Labyrinthwasser der Scala tympani überträgt. Die drei halbzirkelförmigen Canäle liegen mit Vorhof und Schnecke sehr fest in dem Felsenbein eingebettet, welches bei den Cetaceen nur durch Bandmasse mit den benachbarten Knochen zusammenhängt. Die Eustachische Tube mündet nur bei den Cetaceen in den Nasengang, in allen anderen Fällen in die Rachenhöhle. Ein äusseres Ohr fehlt den Monotremen, vielen Pinnipedien und den Cetaceen, bei denen auch der äussere Gehörgang oberhalb des sackförmig vorgestülpten Trommelfelles

durch einen soliden Strang vertreten ist; rudimentär bleibt dasselbe bei den Wasserbewohnern, die ihre äussere Ohröffnung durch eine klappenartige Vorrichtung verschliessen können, und bei den in der Erde wühlenden Säugethieren. In allen anderen Fällen wird dasselbe durch einen überaus verschieden geformten, durch Knorpelstücke gestützten äusseren Aufsatz gebildet, der meist durch besondere Muskeln bewegt werden kann.

Der Tastsinn knüpft sich vorzugsweise an Nervenausbreitungen in der Haut der Extremitätenspitze (Tastkörperchen an den Fingerspitzen und der Handfläche des Menschen und der Affen), aber auch an die Zunge, den Rüssel und die Lippen, in welchen sehr allgemein lange borstenartige Tasthaare *(Vibrissae)* mit eigenthümlichen Nervenverzweigungen des Balges eingepflanzt liegen. Der Geschmack hat seinen Sitz vornehmlich an der Zungenwurzel (*Papillae circumvallatae,* Geschmacksbecher), aber auch am weichen Gaumen und scheint eine weit höhere Ausbildung als in irgend einer anderen Thierclasse zu erreichen.

Fig. 848.



Schädel von *Balaena mysticetus* mit den Barten (règne animal).

Am Eingang in die Verdauungsorgane findet sich fast allgemein eine Zahnbewaffnung der Kiefer. Nur einzelne Gattungen, wie *Echidna, Manis* und *Myrmecophaga,* entbehren der Zähne durchaus, während die Bartenwale, welche an der Innenfläche des Gaumens senkrechte, in Querreihen gestellte Hornplatten (Barten) tragen (Fig. 848), wenigstens im Fötus noch Zahnkeime entwickeln. Durch Erhärtung von Papillen der Mundschleimhaut entstandene Hornzähne finden sich bei *Ornithorhynchus* und *Rhytina.*

Niemals zeigt das Gebiss der Säugethiere eine so reiche Bezahnung, wie wir sie bei den Fischen, Amphibien und Reptilien antreffen, indem sich die Zähne auf Oberkiefer, Zwischenkiefer und Unterkiefer beschränken. Hiermit steht im Zusammenhange, dass die Entstehung der Zahnanlagen bereits mit dem Embryonalleben abschliesst. Auch werden diese im Gegensatze zu den angewachsenen Zähnen der Reptilien frühzeitig von der Kieferanlage aufgenommen und brechen später aus derselben hervor. Die Zähne sind daher nie durch Stützknochen am Kiefer befestigt, sondern stets in Alveolen eingekeilt. Entweder erfahren dieselben eine fortgesetzte Neubildung am unteren Ende der Zahnanlage und wachsen beständig fort (Hauer des Elephanten, Nagezähne der Nager etc.), oder sie haben ein abgeschlossenes Wachsthum und sind sog. Wurzelzähne geworden. Die erstere Form der Zahngestaltung erscheint als die primäre, so dass die Wurzelzähne

aus wurzellosen hervorgegangen sind. Indessen gibt es Fälle, welche beweisen, dass Wurzelzähne secundär durch verlängertes Wachsthum der Krone und Reduction der spät abschliessenden und überaus kurz bleibenden Wurzel wiederum zu wurzellosen Zähnen zurückführen können. (Backenzähne vom Elephant, Pferd, *Phacochoerus*.) Daher ist es wahrscheinlich, dass die ältesten Säugethiere Wurzelzähne besassen.

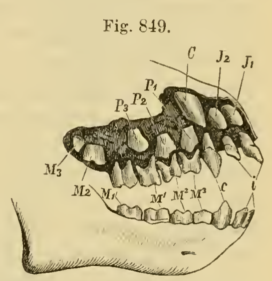
Die äussere aus dem Zahnfleisch vorstehende Partie des Zahnes, die *Krone* (im Gegensatze zu der eingekeilten *Wurzel*), wird von dem härteren Schmelz, welcher aus senkrechten, zur Oberfläche des Zahnes gestellten Prismen besteht, kappenartig überzogen. Je nachdem die Schmelzlage einen einfachen Ueberzug bildet oder faltenartig in die Zahnsubstanz eindringt, unterscheidet man einfache *(D. simplices)* und schmelzfaltige *(D. complicati)* Zähne. Werden einfache oder schmelzfaltige Zähne durch Knochengewebe *(Cement)* verbunden, so nennt man dieselben zusammengesetzte Zähne (*D. compositi*, Hase, Elephant). Selten und nur da, wo das Gebiss wie bei den Crocodilen als Greif- und Schneideapparat verwendet wird, verhalten sich die Zähne nach Form und Leistung in allen Theilen der Kieferknochen gleichartig als kegelförmige Fangzähne, so bei dem Delphin; dann ist die Zahl derselben eine verhältnissmässig bedeutende. Der Reduction derselben geht eine Specialisirung der Form und des Gebrauches parallel, insofern nur ein Theil der Zähne zum Ergreifen, ein anderer zur Zerkleinerung der Nahrung Verwendung findet und demgemäss entsprechend umgestaltet erscheint. Mit der Reduction der Zahnzahl und zweckmässigen Differenzirung der Zähne tritt gleichzeitig eine Verkürzung der Kiefer ein. Man unterscheidet nach ihrer Lage in den vorderen, seitlichen und hinteren Theilen der Kiefer Schneidezähne *(D. incisiri)*, Eckzähne *(D. canini)* und Backenzähne *(D. molares)*. Die ersteren haben eine meisselförmige Gestalt und dienen zum Abschneiden und Ergreifen der Nahrung, oben gehören sie ausschliesslich dem Zwischenkiefer an. Die Eckzähne, welche sich zu den Seiten der Schneidezähne, je einer in jeder Kieferhälfte, erheben, sind kegelförmig oder auch hakenförmig und scheinen vornehmlich als Waffen zum Angriff und zur Vertheidigung geeignet. Nicht selten aber (Nagethiere, Wiederkäuer) fehlen dieselben ganz, und das Gebiss zeigt eine weite Zahnlücke zwischen Schneidezähnen und Backenzähnen. Die letzteren endlich dienen besonders zur feineren Zerstückelung der aufgenommenen Nahrung und haben meist höckerige oder mit Mahlflächen versehene Kronen. Die ursprüngliche Form des Säugethier-Backzahnes war durch eine höckerige Krone bezeichnet.

Man war früher der Ansicht, dass das gleichartige oder *homodonte* Gebiss das ursprüngliche sei, von dem das *heterodonte* mit reducirter Zahnzahl abzuleiten wäre. Neuere Untersuchungen haben jedoch, unterstützt von paläontologischen Befunden, wahrscheinlich gemacht, dass schon die Stammformen der Säugethiere eine heterodonte Bezahnung besassen, wie sich eine solche auch bereits in fossilen Sauriergruppen findet. Die in ihrer Form

mannigfach wechselnden Backenzähne betrachtete man in der Weise aus dem Kegelzahn hervorgegangen, als sich zunächst am Vorder- und Hinterrande desselben je ein Nebenzacken entwickelte, welche entweder (triconodonter Typus) in einer Reihe standen oder zu dem mittleren Hauptconus eine schräge Stellung, und zwar im Oberkiefer auf der Innenseite, im Unterkiefer auf der Aussenseite einhielten. So entstand der für die Backenzähne der recenten Säugethiere charakteristische trituberculäre Typus.[1]) Frühzeitig aber gesellte sich zu jenen drei Elementen des Unterkieferbackzahnes noch ein weiterer Bestandtheil, der „Talon". Nun tritt aber auch noch eine andere Form von Backenzähnen auf, die multituberculäre mit unregelmässig gestellten Höckern, und zwar ist dieselbe für die ältesten Säugethierreste und die Monotremen charakteristisch, so dass man zu der Vorstellung gelangte, der multituberculäre Typus sei der Vorläufer der tritubercularen. Möglicherweise ist aber die Entstehung der Höcker in beiden Typen auf eine Verschmelzung zahlreicher kleiner kegelförmiger Zähne zurückzuführen.

Entweder — wie bei den Cetaceen und Edentaten — persistiren die Zähne zeitlebens, und das Gebiss erfährt keine Erneuerung *(Monophyodonten)*, oder es findet ein einmaliger Zahnwechsel statt *(Diphyodonten)* (Fig. 849). Nicht nur die Schneide- und Eckzähne des Milchgebisses werden durch neue ersetzt, auch an die Stelle der Backenzähne des Milchgebisses treten neue, die *Praemolaren*, und das *Milchgebiss* wird in das bleibende des ausgebildeten Thieres übergeführt. Im Gegensatze zu den (vorderen) Backenzähnen des Milchgebisses brechen die hinteren Backenzähne *(Dentes molares)* später, zuweilen erst nach mehr oder minder vollständiger Beseitigung des Milchgebisses hervor und zeichnen sich jenen gegenüber meist — in manchen Fällen trifft das umgekehrte Verhältniss zu — sowohl durch die Grösse und Zahl der Wurzeln, als den Umfang der Krone aus. Die vorderen Backzähne sind in der Regel auch kleiner und mit mehr scharfspitziger als höckeriger Krone versehen, sie fallen leichter aus und heissen deshalb auch Lückenzähne. Man bedient sich zur einfachen Darstellung des Gebisses bestimmter Formeln, in denen die Zahl der Vorder- und Eckzähne, Praemolaren und Molaren in Ober- und Unterkinnlade angegeben ist (z. B. für das Gebiss des Menschen der

Fig. 849.



Gebiss im Wechsel von *Cebus*, nach Owen. *i* Schneidezähne, *c* Eckzähne, M^1 M^2 M^3 Molaren des Milchgebisses; J_1 J_2 Schneidezähne, *C* Eckzahn, P_1 P_2 P_3 Praemolaren des bleibenden Gebisses, M_1 M_2 M_3 Molaren.

---

[1]) H. F. Osborn, Evolution of Mammalian Molars to and from the tritubercular type. The American Naturalist, 1888. Derselbe, Structure and Classification of the mesozoic Mammalia. Journal of the Acad. of Nat. science. Philadelphia 1888. Vergl. auch die neueren Arbeiten von W. Leche.

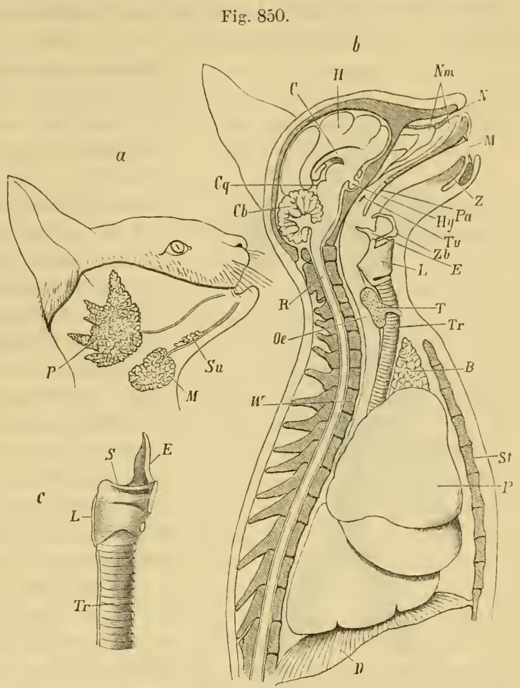
Formel $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{2}\Big|\frac{3}{3}\Big)$. Die noch nicht durch Ausfall hinterer Backenzähne oder seitlicher Schneidezähne reducirte Normalzahl des diphyodonten Gebisses führt zur Normalform $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$ $\Big($oder vielleicht $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{4}{4}\Big)$, wie wir sie bei den *Creodonten* und den ältesten *Ungulaten* finden.

Von der Entwicklung des Säugethierzahnes ist hervorzuheben, dass die Schmelzanlage des Zahnes dem Epithel der „Primitivfalte“ oder „Zahnleiste“ entstammt, welches in früher Fötalzeit längs der Kieferanlage in die Tiefe wuchert. Die unter der Primitivfalte entstehenden zapfenförmigen Dentinkeime der Cutis wachsen jener entgegen, welche über jedem derselben eine kolbige Anschwellung bildet, die zu einem kappenartigen Aufsatze des Dentinkeimes, dem Schmelzkeim, wuchert, während sich das umgebende Bindegewebe als „Zahnsäckchen“ verdichtet. Jener gestaltet sich unter allmäliger Abschnürung von der Primitivfalte zu dem Schmelzsäckchen um, indem sich die inneren, sternförmig werdenden Zellen zu einer schleimigen Schmelzpulpa verflüssigen. Dagegen gewinnt das dem Dentinkeim auflagernde Zellenstratum eine hohe cylindrische Form und erzeugt die Schmelzsubstanz. Nicht sämmtliche Zahnanlagen stehen auf der gleichen Entwicklungsstufe, vielmehr sind einzelne vor den anderen vorausgeschritten und kommen demgemäss auch früher zum Durchbruch. Die bleibenden Zähne, welche vielleicht scheinbar als besondere Serie (zweite Dentition) unter Verdrängung der früher hervorgebrochenen und als Milchzähne fungirenden Zähne zum Durchbruch gelangen, bilden sich im Zusammenhang mit dem Schmelzkeim der Milchzähne aus Schmelzkeimen des Primitivfaltenrestes.

Neben den Hartgebilden im Eingange der Verdauungshöhle sind für die Einführung und Bearbeitung der Speise weiche, bewegliche Lippen an den Rändern der Mundspalte und eine fleischige, sehr verschieden geformte Zunge am Boden der Mundhöhle von wesentlicher Bedeutung (Fig. 850). Erstere werden bei den Kloakenthieren durch Schnabelränder ersetzt, die Zunge fehlt jedoch in keinem Falle, kann aber wie bei den Walen vollständig angewachsen sein und der Beweglichkeit entbehren. Gewöhnlich ragt die Zunge mit freier Spitze am Boden der Mundhöhle hervor und erscheint an ihrem vorderen Theile vornehmlich zum Tasten und Fühlen, in einzelnen Fällen aber auch zum Ergreifen (Giraffe) und Erbeuten (Ameisenfresser) der Nahrung befähigt. Auf ihrer oberen Fläche erheben sich mannigfach gestaltete, oft verhornte und Widerhäkchen tragende Papillen, unter denen nur die weichen *Papillae circumvallatae* am Zungengrunde eine Beziehung zur Geschmacksempfindung haben. Als Stütze der Zunge dient das Zungenbein, dessen vordere Hörner sich an den Griffelfortsatz des Schläfenbeines anheften, während die hinteren den Kehlkopf tragen, sodann ein das Os entoglossum vertretender Knorpelstab *(Lytta)*. Unterhalb der Zunge tritt zuweilen (Chiropteren, Prosimiae) eine einfache oder doppelte Hervorragung

auf, welche als Unterzunge bezeichnet wird. Auch seitlich wird die Mundhöhle von einer muskulösen Haut begrenzt, welche sich nicht selten bei Nagern, Affen etc. in weite Aussackungen, sog. Backentaschen, erweitert. Als den Säugethieren eigenthümliches Gebilde ist das Gaumensegel *(velum palatinum)* zu erwähnen, welches die Grenze zwischen Mundhöhle und Pharynx bildet. Mit Ausnahme der Fleischfressenden Cetaceen besitzen alle Säugethiere Speicheldrüsen, eine Ohrspeicheldrüse *(Parotis)*, eine *Submaxillaris* und *Sublingualis*, deren flüssiges Secret vornehmlich bei den Pflanzenfressern in reicher Menge ergossen wird. Die auf den weiten Schlund folgende Speiseröhre bildet nur ausnahmsweise kropfartige Erweiterungen und besitzt meist eine ansehnliche Länge, indem sie erst unterhalb des Zwerchfelles in den Magen einführt. Dieser stellt in der Regel einen einfachen, quergestellten Sack dar, zerfällt aber häufig in eine Anzahl von Abschnitten, die, am vollkommensten bei den Wiederkäuern ausgeprägt, als verschiedene Mägen unterschieden werden. Der Pylorusabschnitt zeichnet sich vornehmlich durch den Besitz von Labdrüsen aus und schliesst sich vom Anfang des Dünndarms durch einen Ringmuskel nebst nach innen vorspringender Falte mehr oder minder scharf ab. Der Darmcanal zerfällt in Dünndarm

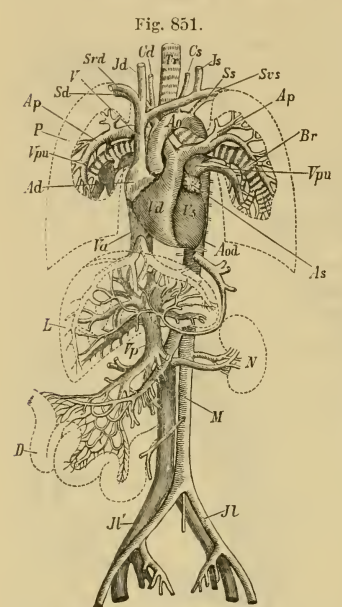
Fig. 850.



Eingang des Verdauungsapparates, sowie die Respirationsorgane des Kätzchens, nach einer Zeichnung von C. Heider. *a* Kopf mit den freigelegten Speicheldrüsen. *P* Parotis, *M* Submaxillaris, *Su* Sublingualis. *b* Längsschnitt durch Kopf und Brust, die Respirationsorgane in der Seitenansicht. *N* Nasenöffnung, *Nm* Nasenmuscheln, *M* Mundöffnung, *Z* Zunge, *Pa* Gaumensegel, *Oe* Oesophagus, *L* Kehlkopf, *E* Kehldeckel (Epiglottis), *Zb* Zungenbein, *Tr* Trachea, *P* Lunge, *D* Zwerchfell, *T* Thyreoidea, *B* Thymus, *Tu* Oeffnung der Tuba Eustachii in den Rachen, *H* Grosshirnhemisphäre, *C* Corpus callosum, *Cq* C. quadrigeminum, *Cb* Cerebellum, *R* Rückenmark, *Hy* Hirnanhang (Hypophysis), *W* Wirbelsäule, *St* Sternum. *c* Längsschnitt durch den Kehlkopf *(L)* und den Anfangstheil der Trachea *(Tr)*. *S* Stimmband, *E* Kehldeckel.

und Dickdarm, deren Grenze durch das Vorhandensein sowohl einer Klappe, als eines namentlich bei Pflanzenfressern mächtig entwickelten Blinddarms bezeichnet wird. Die vordere Partie des Dünndarms, das Duodenum, enthält in seiner Schleimhaut die sog. Brunner'schen Drüsen und nimmt das Secret der ansehnlichen Leber und Bauchspeicheldrüse auf. Zuweilen entbehrt die mehrfach gelappte Leber einer Gallenblase; ist diese aber vorhanden, so vereinigen sich Gallenblasengang *(D. cysticus)* und Lebergallengang *(D. hepaticus)* zu einem gemeinsamen Ausführungsgange *(D. choledochus)*. Der Dünndarm zeigt die beträchtlichste Länge bei den Gras- und Blätterfressern und ist sowohl durch die zahlreichen Falten und Zöttchen seiner Schleimhaut, als durch den Besitz einer grossen Menge von Drüsengruppen (Lieberkühn'sche Drüsen) ausgezeichnet. Der Endabschnitt des Dickdarms, der Mastdarm, mündet mit Ausnahme der durch den Besitz einer Kloake an die Verhältnisse bei niederen Vertebraten anschliessenden *Monotremen* hinter der Urogenitalöffnung, wenn auch zuweilen mit dieser noch *(Marsupialia)* von einem gemeinsamen Walle umgrenzt.

Fig. 851.



Kreislaufsapparat des Menschen, aus Owen (nach Allen Thomson.) *Vd* rechter Ventrikel, *Vs* linker Ventrikel, *Ad* rechtes Atrium, *As* linkes Atrium, *Ao* Arcus aortae, *Aod* Aorta descendens, *Cd* Carotis dextra, *Cs* C. sinistra, *Sd* Arteria subclavia dextra, *Ss* A. subclavia sinistra, *M* A. mesenterica superior, *Jl* A. iliaca communis, *Va* Vena cava ascendens, *V* V. cava descendens, *Jl'* V. iliaca communis, *Vp* V. portae, *Jd* Jugularis dextra, *Js* J. sinistra, *Svd* Vena subclavia dextra, *Svs* V. subclavia sinistra, *Ap* Arteria pulmonalis, *Vpu* Vena pulmonalis, *Tr* Trachea, *Br* Bronchien, *P* Lunge, *L* Leber, *N* Niere, *D* Darm.

Das Herz (Fig. 851) der Säugethiere ist ebenso wie das der Vögel in eine rechte venöse und linke arterielle Abtheilung mit Vorhof und Kammer (zuweilen wie bei *Halicore* auch äusserlich) gesondert. Von einem Pericardium umschlossen, entsendet dasselbe einen Aortenstamm, welcher *einen linken Aortenbogen (Arcus Aortae)* bildet, aus welchem häufig zwei Gefässstämme, eine rechte Anonyma mit den beiden Carotiden und der rechten Subclavia, und eine linke Subclavia, oder wie bei dem Menschen drei Gefässstämme, eine rechte Anonyma mit rechter Carotis und rechter Subclavia, eine linke Carotis und linke Subclavia nebeneinander entspringen. In den rechten Vorhof münden in der Regel eine untere und eine obere Hohlvene, seltener wie bei den Nagern, Monotremen und dem Elephanten ausser der unteren zwei obere Hohlvenen ein. Wundernetze sind namentlich für arte-

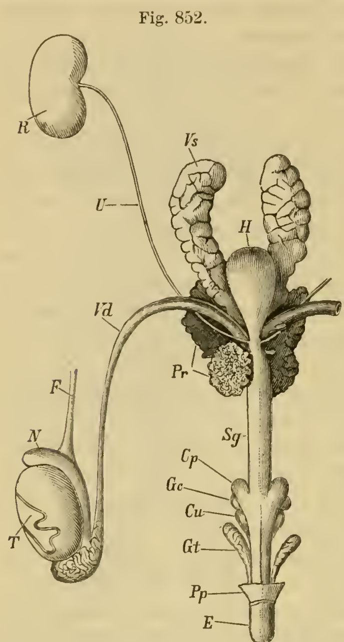
rielle Gefässe bekannt geworden und finden sich an den Extremitäten grabender und kletternder Thiere (*Stenops, Myrmecophaga*, *Bradypus* etc.), an der Carotis rings um die Hypophysis bei Wiederkäuern, bei den letzteren auch an der Ophthalmica in der Tiefe der Augenhöhle, endlich an den Intercostalarterien und den Venae iliacae der Delphine. Ein Nieren-Pfortadersystem fehlt stets. Das mit zahlreichen Lymphdrüsen versehene System der Lymphgefässe mündet durch einen links verlaufenden Hauptstamm *(Ductus thoracicus)* in die obere Hohlvene ein. Von den sog. Blutgefässdrüsen haben die Milz, sowie die vornehmlich in früher Jugendzeit entwickelte *Thymus* und die Schilddrüse *(Thyreoidea)* (Fig. 850) eine allgemeine Verbreitung.

Die paarigen Lungen (Fig. 850) sind frei in der Brusthöhle suspendirt und zeichnen sich durch den Reichthum der Bronchialverästelungen aus, deren feinste Ausläufer mit conischen, an den Seitenflächen Ausbuchtungen bildenden Erweiterungen *(Infundibula)* enden. Die Athmung geschieht vornehmlich durch Bewegungen des für die Säugethiere charakteristischen *Zwerchfelles (Diaphragma),* welches eine vollkommene, meist quergestellte Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle bildet und bei der Contraction seiner muskulösen Theile als Inspirationsmuskel wirkt, d. h. die Brusthöhle erweitert. Daneben kommen allerdings auch Hebungen und Abductionen der Rippen bei der Erweiterung des Thorax in Betracht. Die Luftröhre verläuft in der Regel gerade, ohne Windungen und theilt sich an ihrem unteren Ende in zwei zu den Lungen führenden Bronchien, zu denen jedoch noch ein kleiner Nebenbronchus der rechten Seite hinzukommen kann. Dieselbe wird durch knorpelige, hinten offene Halbringe, nur ausnahmsweise durch vollständige Knorpelringe gestützt und beginnt in der Tiefe des Schlundes hinter der Zungenwurzel mit dem Kehlkopf *(Larynx),* welcher, von den hinteren Hörnern des Zungenbeins getragen, durch den Besitz von unteren Stimmbändern, complicirten Knorpelstücken (Ringknorpel, Schildknorpel, Giesskannenknorpel) und Muskeln zugleich als Stimmorgan eingerichtet ist. Nur die Cetaceen gebrauchen ihren Kehlkopf, welcher im Grunde des Pharynx pyramidal bis zu den Choanen hervorsteht, ausschliesslich als Luftweg. Die spaltförmige Stimmritze wird von einer beweglichen (bei den Cetaceen fast röhrenförmigen) *Epiglottis* überragt, welche am oberen Rande des Schildknorpels festsitzt, beim Herabgleiten der Speise sich senkt und die Stimmritze schliesst. Zuweilen finden sich am Kehlkopf häutige oder knorpelige Nebenräume (Morgagni'sche Tasche), welche theils wie die Luftsäcke von *Balaena* die Bedeutung von Luftbehältern haben, theils wie bei manchen Affen als Resonanzapparate zur Verstärkung der Stimme dienen und bei *Mycetes* zum Theil in den gehöhlten Zungenbeinkörper eintreten.

Die Nieren (Fig. 852) bestehen zuweilen noch aus abgesetzten, am Nierenbecken vereinigten Läppchen (Seehunde, Delphine), erscheinen jedoch in der Regel als compacte Drüsen von bohnenförmiger Gestalt und liegen

in der Lendengegend ausserhalb des Bauchfelles. Die aus dem sog. Nierenbecken entspringenden Harnleiter münden stets in eine vor dem Darm gelegene Harnblase ein, deren Ausführungsgang, *Urethra,* in mehr oder minder nahe Beziehung zu dem Leitungsapparate der Genitalorgane tritt und zu einem vor dem After ausmündenden *Sinus* oder *Canalis urogenitalis* wird. Oberhalb der Niere findet sich ein als Nebenniere bezeichnetes Organ *(Glandula suprarenalis).*

Fig. 852.



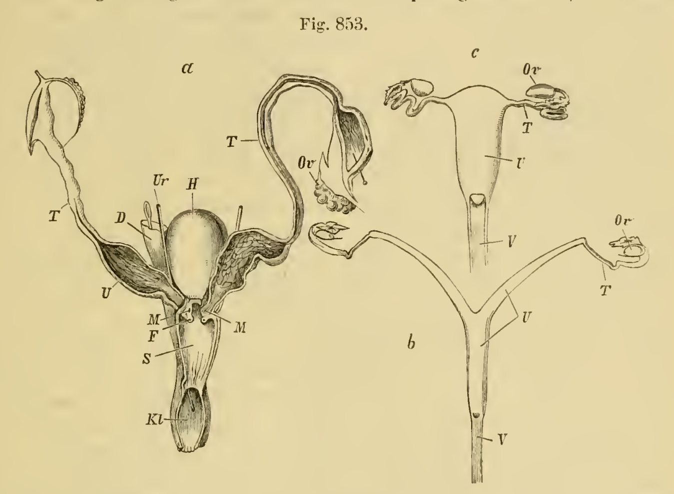
Harn- und Geschlechtsorgane von *Cricetus vulgaris,* nach Gegenbaur. *R* Niere, *U* Ureter, *H* Harnblase, *T* Hoden, *F* Funiculus spermaticus (Samenstrang), *N* Nebenhoden, *Vd* Vas deferens, *Vs* Samenbläschen (Vesicula seminalis), *Pr* Prostata, *Sg* Sinus urogenitalis (Urethra), *Gc* Cowper'sche Drüsen, *Gt* Tyson-sche Drüsen, *Cp* Corpora cavernosa penis, *Cu* C. cavernosum urethrae, *E* Glans penis (Eichel), *Pp* Praeputium.

Für die männlichen Geschlechtsorgane (Fig. 852) der meisten Säugethiere ist zunächst die Lagenveränderung der oval-rundlichen Hoden charakteristisch. Nur bei den *Monotremen* und *Cetaceen* bleiben die Hoden in ihrer ursprünglichen Lage in der Nähe der Nieren, in allen anderen Fällen senken sie sich bis vor das Becken herab, und treten unter Vorstülpung des Bauchfelles in den Leistencanal (viele Nager), häufiger noch aus diesem hervor in eine doppelte, zum Hodensack umgestaltete Hautfalte ein. Nicht selten (Nager, Fledermäuse, Insectenfresser) steigen sie jedoch nach der Brunstzeit mit Hilfe der als *Cremaster* vom schiefen Bauchmuskel gesonderten Muskelschleife durch den offenen Leistencanal wieder in die Bauchhöhle zurück. Während der Hodensack *(Scrotum)* in der Regel hinter dem Penis liegt, entsteht derselbe bei den Beutelthieren durch eine Ausstülpung des Integuments unmittelbar am Eingang des Leistencanals vor dem männlichen Begattungsglied. Die aus der Urniere (Wolff'scher Körper) hervorgegangenen, knäuelförmig gewundenen Ausführungsgänge der Hoden gestalten sich zum Nebenhoden und führen in die beiden Vasa deferentia, welche unter Bildung drüsenartiger Erweiterungen und Nebensäckchen (Samenbläschen) dicht nebeneinander in die Urethra einmünden. An dieser Stelle münden die Ausführungsgänge der sehr verschieden gestalteten, oft in mehrfache Drüsengruppen zerfallenen *Prostata,* weiter unten ein zweites Drüsenpaar, die *Cowper'schen Drüsen,* in die Urethra ein. Häufig erhalten sich zwischen den Mündungen der

Samenleiter Reste der im weiblichen Geschlechte zum Leitungsapparate verwendeten Müller'schen Gänge (das sog. Weber'sche Organ, *Uterus masculinus*), deren Theile sich in den Fällen sog. Zwitterbildung bedeutend vergrössern und in der dem weiblichen Geschlechte eigenthümlichen Weise differenziren können.

Ueberall schliessen sich dem Ende der als Urogenitalcanal fungirenden Urethra äussere Begattungstheile an, welche stets einen schwellbaren, bei den Monotremen in einer Tasche der Kloake verborgenen *Penis* (Ruthe) bilden. Derselbe wird durch cavernöse Schwellkörper gestützt, die sich bei den Kloakenthieren noch auf paarige *Corpora cavernosa urethra* beschränken; bei den übrigen Säugethieren treten zu dem unpaar gewordenen, die Urethra

Fig. 853.



Weibliche Geschlechtsorgane, *a* Von *Ornithorhynchus* nach Owen, *b* von *Viverra genetta*, *c* von *Cercopithecus nemestrinus*. *Ov* Ovarium, *T* Oviduct (Tube), *U* Uterus, *V* Vagina, *H* Harnblase, *Ur* Ureter, *M* Mündung des Uterus, *F* Einmündung des Ureter, *S* Sinus urogenitalis, *Kl* Kloake, *D* Darm, dessen Einmündung in die Kloake durch eine eingeführte Sonde bezeichnet ist.

umgebenden cavernösen Körper der Urethra zwei obere *Corpora cavernosa penis* hinzu, welche von den Sitzbeinen entspringen und nur selten untereinander verschmelzen. Auch können sich knorpelige oder knöcherne Stützen, sog. Penisknochen (Raubthiere, Nager) entwickeln, besonders häufig im Innern der von dem Schwellkörper der Urethra gebildeten Eichel *(Glans)*, welche nur ausnahmsweise (Monotremen, Beutler) gespalten ist, in ihrer Form aber mannigfach wechselt und in einer an Drüsen *(Gl. Thysonianae)* reichen Hautduplicatur (Vorhaut, *Praeputium*) zurückgezogen liegt.

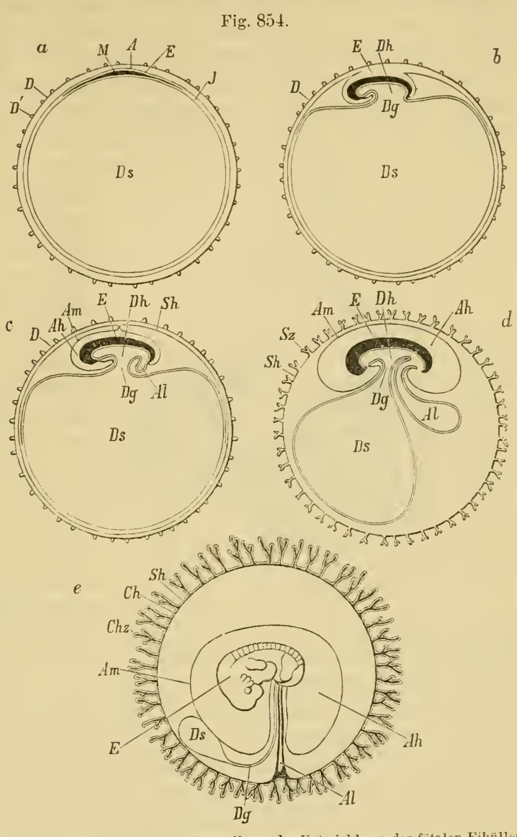
Die Ovarien (Fig. 853) verhalten sich nur bei den Monotremen in Folge rechtsseitiger Verkümmerung unsymmetrisch. In allen anderen Fällen sind dieselben beiderseits gleichmässig entwickelt und finden sich, in Falten

des Peritoneums eingelagert, in unmittelbarer Nähe der trichterförmig erweiterten Ostien des Leitungsweges, zuweilen von denselben sogar vollständig umschlossen. Dieser gliedert sich in die mit freiem Ostium beginnende Tube, welche in allen Fällen paarig bleibt, in den erweiterten, zuweilen paarigen, häufiger unpaaren Mittelabschnitt, den *Uterus,* und den mit Ausnahme der Beutler unpaaren Endabschnitt, die *Vagina* oder Scheide, welche hinter der Oeffnung der Urethra in den kurzen Urogenitalsinus oder Vorhof mündet. Bei den Monotremen münden die beiden schlauchförmigen Fruchtbehälter, ohne eine Vagina zu bilden, auf papillenartigen Erhebungen in den noch mit dem Darm in eine Kloake zusammenmündenden Urogenitalsinus ein (Fig. 853 *a*). Nach den verschiedenen Stufen der Duplicität des Fruchtbehälters (bei vorhandener Vagina) unterscheidet man den *Uterus duplex,* mit äusserlich mehr oder minder durchgeführter Trennung und doppeltem Muttermund (Nagethiere, Beutler), den *Uterus bipartitus,* mit einfachem Muttermund, aber fast vollkommener innerer Scheidewand (Nagethiere), den *Uterus bicornis* (Fig. 853 *b*) mit gesonderten oberen Hälften der beiden Fruchtbehälter (Hufthiere, Carnivoren, Cetaceen, Insectivoren), und endlich den *Uterus simplex* (Fig. 853 *c*), mit durchaus einfacher Höhle, aber um so kräftigeren Muskeln der Wandung (Primaten). Das Vestibulum mit seinen den Cowper'schen Drüsen entsprechenden *Duverney*'schen (*Bartholin*'schen) Drüsen grenzt sich von der Scheide durch eine Einschnürung, zuweilen auch durch eine innere Schleimhautfalte *(Hymen)* ab. Die äusseren Geschlechtstheile werden durch zwei äussere Hautwülste, die den Scrotalhälften entsprechenden grossen Schamlippen, durch kleinere (übrigens nicht immer vorhandene) innere Schamlippen zu den Seiten der Geschlechtsöffnung und durch die der Ruthe gleichwerthige, mit Schwellgeweben und Eichel versehene *Clitoris* gebildet. Diese kann zuweilen (bei den Klammeraffen) eine ansehnliche Grösse erreichen und von der Urethra durchbohrt sein (Nagethiere, Maulwurf, Halbaffen). In solchen Fällen einer Clitoris perforata kommt es natürlich nicht zur Entstehung eines gemeinsamen Urogenitalsinus. Morphologisch repräsentiren die weiblichen Genitalien eine frühere Entwicklungsstufe der männlichen, welche in den Fällen sog. Zwitterbildung durch Bildungshemmung eine mehr oder minder weibliche Gestaltung erhalten können. In der Regel werden beide Geschlechter an der verschiedenen Form der äusseren Genitalien leicht unterschieden. Häufig prägt sich in der gesammten Erscheinung ein Dimorphismus aus, indem das grössere Männchen eine abweichende Haarbekleidung trägt, zu einer lauteren Stimme befähigt ist und durch den Besitz starker Zähne oder besonderer Waffen (Geweihe) ausgezeichnet erscheint. Dagegen bleiben die Milchdrüsen, welche in der Inguinalgegend, am Bauche und an der Brust liegen können und fast ausnahmslos in Zitzen oder Saugwarzen auslaufen, im männlichen Geschlechte rudimentär.

Die Zeit der Fortpflanzung (Brunst) fällt meist in das Frühjahr, selten gegen Ende des Sommers (Wiederkäuer) oder selbst in den Winter (Wild-

schwein, Raubthiere). Eine unabhängig von der Begattung eintretende Erscheinung, von welcher die Brunst im weiblichen Geschlechte begleitet wird, ist der Austritt eines oder mehrerer Eier aus den Follikeln des Ovariums (Graafschen Follikeln), in denen sie sich entwickeln, in die Tuben. Die Eier, erst durch C. E. v. Baer entdeckt, sind ausserordentlich klein (meist von $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ Linie im Durchmesser) und von einer stark lichtbrechenden Schicht *(Zona pellucida)* umgeben, um die sich nicht selten in den Eileitern eine Eiweisshülle ablagert. Die Befruchtung des Eies scheint überall im Eileiter zu erfolgen, in welchem dasselbe die totale Dotterfurchung durchläuft. Im Uterus erhält das Ei eine zottige, durch Auswüchse der nach Schluss des Amnions den Dotter aussen bedeckenden serösen Haut *(Serosa)* gebildete Umhüllungshaut *(Chorion)*, welche die Befestigung des Eies an der Uterinwand vermittelt (Fig. 854).

Fig. 854.

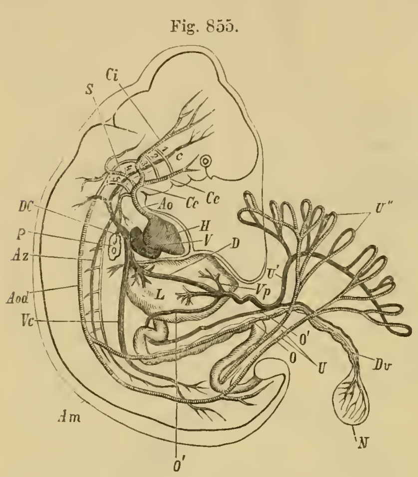


Schematische Figuren zur Darstellung der Entwicklung der fötalen Eihüllen eines Säugethieres, nach Kölliker. *a* Ei mit erster Embryonalanlage; *b* Ei mit in Bildung begriffenem Dottersacke und Amnion; *c* Ei mit schliessendem Amnion und hervorsprossender Allantois; *d* Ei mit zottentragender seröser Hülle, Embryo mit Mund und Afteröffnung; *e* Ei, bei dem die Gefässschicht der Allantois sich rings an die seröse Hülle angelegt hat und in die Zotten derselben hineingewachsen ist, Dottersack verkümmert, Amnionhöhle im Zunehmen begriffen. *D* Dotterhaut, *D'* Zöttchen der Dotterhaut, *Sh* seröse Hülle, *Sz* Zotten der serösen Hülle, *Ch* Chorion (Gefässschicht der Allantois), *Chz* Chorionzotten (aus Chorion und Serosa bestehend), *Am* Amnion, *Ah* Amnionhöhle, *E* Embryonalanlage (Embryo), *A* dieser angehörende Verdickung des äusseren Blattes, *M* des mittleren Blattes, *J* inneres Blatt, *Ds* Höhle der Keimblase, später Höhle des Dottersackes (Nabelblase), *Dh* Darmhöhle, *Dg* Dottergang, *Al* Allantois.

Später legt sich auch der peripherische Theil der Allantois an das Chorion an und wächst in der Regel mit seinen Gefässen in die Zöttchen ein *(secundäres Chorion)*, so dass sich eine verhältnissmässig grosse Fläche fötaler

Gefässverzweigungen entwickelt, deren Blut mit dem Blute der Uterinwand in einen engen endosmotischen Verkehr tritt. Durch diese Verbindung von Allantois und Chorion des Fötus mit der Uterinwandung entsteht der Mutterkuchen *(Placenta),* durch welchen die Ernährung und Respiration des Fötus vom Körper des Mutterthieres aus vermittelt wird. Die Placenta fehlt nur bei den Monotremen und Beutlern, welche deshalb als *Aplacentalia* den übrigen Säugern, *Placentalia,* gegenübergestellt werden. In ihrer besonderen Ausbildung und in der Art ihrer Verbindung mit der Uterinwand zeigt die Placenta in den einzelnen Ordnungen bedeutende Verschiedenheiten. Entweder bleiben die Zotten der Placenta mit der Uterinwand in loser Verbindung und lösen sich bei der Geburt aus derselben heraus *(Adeciduata),* oder sie verwachsen so innig mit den Drüsen der Uterinschleimhaut, dass diese bei der Geburt als *Decidua* mit abgelöst und zugleich mit dem fötalen Theil der Placenta als Nachgeburt ausgestossen wird *(Deciduata).* Im ersteren Falle kann sich bei vollständiger Umwachsung der Allantois die Placenta in zahlreichen zerstreuten Zotten über das ganze Chorion gleichmässig ausbreiten (*Pl. diffusa,* die meisten Hufthiere, Wale und Sirenen) oder an verschiedenen Stellen kleine Wülste von Zotten, sog. *Cotyledomen* (Wiederkäuer) bilden. Im anderen Falle stellt sie entweder eine ringförmige Zone an der Eihaut dar (*Pl. annularis,* Raubthiere, Robben), oder führt, wenn sich die Verbindung der Allantois mit dem Chorion (wie bei den Menschen, Affen, Nagern, Insectenfressern, Fledermäusen) auf eine vereinzelte Stelle des Eies beschränkt, zur Bildung des scheibenförmigen Mutterkuchens *(Pl. discoidea).*

Fig. 855.



Schematische Darstellnng der Anordnung der Hauptgefässe in einem menschlichen Fötus, nach Huxley. *H* Herzkammer, *V* Vorhof, *Ao* Aortenstamm, *Cc* Carotis communis, *Ce* C. externa, *Ci* C. interna, *S* Arteria subclavia, *1, 2, 3, 4, 5* die Aortenbögen, von denen der bleibende linke nicht sichtbar, *Aod* Aorta descendens, *O* Arteria omphalomeseraica, *O'* Vena omphalomeseraica, *U* Arteriae umbilicales mit den placentaren Verzweigungen *(U'')*, *U'* Vena umbilicalis, *Vp* Pfortader (Vena portae), *Vc* Vena cava inferior, *C* vordere Cardinalvene, *D* Ductus venosus Arantii, *DC* Ductus Cuvieri, *Az* Vena azygos, *P* Lunge, *L* Leber, *N* Nabelblase, *Dv* Dottergang (Ductus omphalomeseraicus), *Am* Amnion.

Mit Rücksicht auf die Bedeutung der Placenta als Athmungsorgan und der Functionslosigkeit der Lungen gestaltet sich auch der fötale Kreislauf anders als nach der Geburt (Fig. 855). Vom Herzen wird das Blut in die Aorta descendens getrieben, welche zwei grosse Gefässe für die Placenta

(Arteriae umbilicales) abgibt. Das aus der Placenta durch eine Vene *(V. umbilicalis)* zurückkehrende Blut geht der Hauptmasse nach durch einen die Leber durchsetzenden Verbindungsgang *(Ductus venosus Arantii)* in die untere Hohlvene und aus dieser zum Theil in den rechten, zum grössten Theil jedoch in Folge einer besonderen Klappeneinrichtung sogleich in den linken Vorhof durch eine Oeffnung der Vorhofscheidewand *(Foramen ovale)*.

Das Blut, welches in die rechte Kammer gelangt, kehrt mit Ausnahme eines kleinen Theiles für die Lungen durch einen Verbindungsgang *(Ductus arteriosus Botalli)* der Arteria pulmonalis mit der Aorta direct in den Körperkreislauf zurück. Es führen somit alle arteriellen Gefässe gemischtes Blut.

Als Reste aus der ersten, vor Entstehung der Placenta fallenden Kreislaufsperiode finden sich noch die *Vasa omphalomeseraica*, eine Arterie und eine Vene, welche der Nabelblase *(Vesicula umbilicalis)* angehören. Diese ist nichts anderes als der kleine Dottersack.

Die Dauer der Trächtigkeit richtet sich nach der Körpergrösse und Entwicklungsstufe, in welcher die Jungen zur Welt kommen. Am längsten währt dieselbe bei den grossen Land- und kolossalen Wasserbewohnern (Hufthiere, Cetaceen), welche unter günstigen Verhältnissen des Nahrungserwerbes und geringen Bewegungsausgaben leben. Die Jungen dieser Thiere erscheinen bei der Geburt in ihrer körperlichen Ausbildung so weit vorgeschritten, dass sie alsbald der Mutter zu folgen im Stande sind. Relativ geringer ist die Tragzeit bei den Carnivoren, deren Junge nackt und mit geschlossenen Augen geboren werden und längere Zeit noch hilflos der mütterlichen Pflege bedürfen. Am kürzesten aber währt dieselbe bei den Aplacentalien, den Monotremen und Beutlern. Während bei den Monotremen die weichhäutigen Eier mit weit vorgeschrittener Entwicklung der Embryonen abgelegt werden, gelangen bei den Beutlern (wie auch die Eier bei *Echidna*) die frühzeitig geborenen Jungen in eine von Hautfalten gebildete Tasche der Inguinalgegend, hängen sich hier an die Zitzen der Milchdrüsen fest und werden wie in einem zweiten Fruchtbehälter ausgetragen, in welchem das Secret der Milchdrüsen die Ernährung sehr frühzeitig übernimmt. Die Zahl der geborenen Jungen wechselt ebenfalls überaus mannigfach in den verschiedenen Gattungen. Die grossen Säugethiere, welche länger als 6 Monate tragen, gebären in der Regel nur 1, seltener 2 Junge, bei den kleineren aber und einigen Hausthieren (Schwein) steigert sich dieselbe beträchtlich, so dass 12 bis 16, ja selbst 20 Junge mit einem Wurfe zur Welt kommen können. Meist deutet die Zitzenzahl des Mutterthieres auf die Zahl der Nachkommen hin, welche nach der Geburt längere oder kürzere Zeit hindurch an den Zitzen der Milchdrüsen aufgesäugt (bei den *Monotremen* durch das Secret der Mammardrüsen ernährt) werden.

Manche Säugethiere leben einsiedlerisch und nur zur Zeit der Brunst paarweise vereinigt; es sind das vornehmlich solche Raubthiere, welche auf einem bestimmten Jagdreviere, wie der Maulwurf, in unterirdischen

Gängen, ihren Lebensunterhalt erjagen. Andere leben in Gesellschaften, in welchen häufig die ältesten und stärksten Männchen die Sorge des Schutzes und der Führung übernehmen. Die meisten gehen am Tage auf Nahrungserwerb aus. Einige, wie die Fledermäuse, kommen in der Dämmerung und Nacht aus ihren Schlupfwinkeln zum Vorschein, auch die meisten Raubthiere und zahlreiche Hufthiere schlafen am Tage. Einige Nager, Insectenfresser und Raubthiere verfallen während der kalten, nahrungsarmen Jahreszeit in ihren oft sorgfältig geschützten Schlupfwinkeln und ausgepolsterten Erdbauten in einen unterbrochenen (Bär, Dachs, Fledermäuse) oder andauernden (Siebenschläfer, Haselmaus, Igel, Murmelthier) Winterschlaf und zehren während dieser Zeit bei gesunkener Körperwärme, schwacher Respiration und verlangsamtem Kreislauf von den während der Herbstzeit aufgespeicherten Fettmassen. Wanderungen sind bekannt von den Rennthieren, südamerikanischen Antilopen und dem nordamerikanischen Büffel, von Seehunden, Walen und Fledermäusen, insbesondere aber von dem Lemming, der in ungeheuren Schaaren von den nordischen Gebirgen aus nach Süden in die Ebenen wandert und sich in der Richtung seiner Reise durch keinerlei Hindernisse zurückhalten lässt, selbst Flüsse und Meeresarme durchsetzt.

Die geistigen Fähigkeiten erheben sich zu einer höheren Entwicklung als in irgend einer anderen Thierclasse. Das Säugethier besitzt Unterscheidungsvermögen und Gedächtniss, bildet sich Vorstellungen, urtheilt und schliesst, zeigt Neigung und Liebe zu seinem Wohlthäter, Abneigung, Hass und Zorn gegen seinen Feind; in seinem Wesen prägt sich ein bestimmter Charakter aus. Auch sind die Geisteskräfte des Säugethieres einer *Steigerung* und *Vervollkommnung* fähig, die freilich beim Mangel einer articulirten Sprache in verhältnissmässig enge Schranken gebannt bleibt. Die Fähigkeit zur Erziehung und Abrichtung, welche einzelne Säugethiere vor anderen in hohem Grade kundgeben, haben diese zu bevorzugten Hausthieren, zu unentbehrlichen, für die Culturentwicklung des Menschen höchst bedeutungsvollen Arbeitern und Genossen des Menschen gemacht (Pferd, Hund). Immerhin aber bleibt dem Instinct im Leben des Säugethieres ein weites Terrain.

Zahlreiche Säugethiere zeigen Kunsttriebe, die sie zur Anlage von geräumigen Gängen und kunstvollen Bauten über und in der Erde befähigen, von Wohnungen, die nicht nur als Schlupfwinkel zum Aufenthalte während der Ruhe, sondern auch als Bruträume dienen. Fast sämmtliche Säugethiere bauen für ihre Brut besondere, oft mit weichen Stoffen überkleidete Lager, einige sogar wahre Nester, ähnlich denen der Vögel, aus Gras und Halmen über der Erde. Zahlreiche Bewohner von Gängen und Höhlungen der Erde tragen Wintervorräthe ein, von denen sie während der sterilen Jahreszeit, zuweilen nur im Herbste und Frühjahr (Winterschläfer) zehren.

Was die geographische Verbreitung der Säugethiere anbetrifft, so finden sich einzelne Ordnungen, wie die Fledermäuse und Nager, in allen Welttheilen vertreten. Von den Cetaceen und Pinnipedien gehören die meisten

Arten den Polargegenden an. Ausschliesslich aus Beutelthieren — von einigen Nagern und Fledermäusen abgesehen — besteht die Fauna Neuhollands. Die ältesten fossilen Reste von Säugethieren finden sich im Trias (Keupersandstein) und Jura (Stonesfielder Schiefer, Unterkiefer) und weisen auf insectivore Beutelthiere hin. Erst in der Tertiärzeit tritt die Säugethierfauna in reicher Ausbreitung auf.

I. Unterclasse. **Ornithodelphia**[1]**, Kloakenthiere.**

Aplacentale Säugethiere, mit reptilienähnlicher Gestaltung des Schultergürtels (Os coracoideum), mit persistirender Kloake und Mammartaschen, eierlegend.

Der wichtigste Charakter beruht auf dem Vorhandensein einer Kloake, indem wie bei den Reptilien das erweiterte Ende des Mastdarms die Mündungen der Geschlechts- und Harnwege aufnimmt (Fig. 853 *a*). Dieses Verhältniss, welches bei den übrigen Säugethieren einem vorübergehenden Zustande im Embryo entspricht, beweist die tiefe und ursprüngliche Stellung dieser Gruppe. Zu gleichem Schlusse berechtigt das Vorhandensein eines an das Brustbein angefügten Os coracoideum, welches bei allen übrigen Säugern auf einen Fortsatz am Schulterbein reducirt ist. Auch kann in diesem Sinne das Vorhandensein von zwei dem Schambeine angefügten Knochen verwerthet werden, welche als Beutelknochen bei den Marsupialien wiederkehren.

Zweifelsohne entspricht der Mangel der Bezahnung und die schnabelförmige Gestalt der Kiefer, welche beim Schnabelthiere breite Hornplatten tragen, einem secundären Verhältniss, da wir für die ältesten Vorfahren der Säugethiere ein reich bezahntes Gebiss vorauszusetzen haben. In der That haben neuere Untersuchungen nachgewiesen, dass die Schnabelthiere im jugendlichen Alter Dentinzähne besitzen, welche unter den sich später entwickelnden Hornplatten hinfällig werden. Nach Poulton sind diese beiden Backzähne oben und unten ganz ähnlich gestaltet, wie die dem sog. Multitubercular-Typus zugehörigen Zähne verschiedener Säugethiere aus dem Trias *(Tritylodon, Mikrolestes)* und Jura *(Plagiaulax, Ctenacodon)*. Auch noch im Eocän haben sich Reste von Säugethieren mit ähnlich gestalteten Zähnen, aber stark reducirtem Gebisse erhalten *(Ptelodon, Neoplagiaulax, Polymastodon)*. Man hielt dieselben bislang für Beutler, da sie aber der für diese charakteristischen Einbiegung des Unterkiefereckfortsatzes entbehren und die hervorgehobene Aehnlichkeit mit den hinfälligen Backenzähnen der *Ornithorhynchus* aufweisen, scheint sich für die Herkunft der Monotremen ein neuer

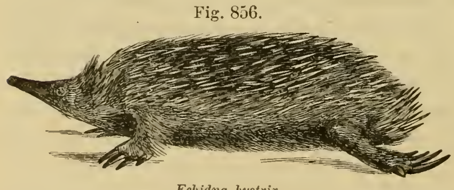
[1] O. Thomas, Catalogue of the Marsupialia and the Monotremata. Brit. Museum, 1888. R. Owen, Article „Monotremata“ in Todd's Cyclopaedia of Anatomy, Vol. III, 1843. Klaatsch, Zur Morphologie der Säugethierzitzen. Morph. Jahrbuch, Tom. IX, 1883. C. Gegenbaur, Zur Kenntniss der Mammarorgane der Monotremen. Leipzig 1886. R. Semon, Zoolog. Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel etc. II. Bd. Monotremen und Marsupialien, 1894.

Gesichtspunkt eröffnet zu haben. Auch die einfache Gestaltung der inneren Organe bekundet die niedere Entwicklungsstufe. Am relativ kleinen Gehirn bleibt die Oberfläche der Hemisphären glatt und der Balken (Corpus callosum) überaus schwach. Die Hoden bewahren ihre ursprüngliche Lage vor den Nieren. Der kurze, aus den zwei Schwellkörpern der Urethra gebildete Penis liegt in einer in die Kloake einmündenden Tasche und nimmt durch eine an seiner Wurzel befindliche Oeffnung das Sperma aus dem Sinus urogenitalis auf, während der Harn durch die Kloake abfliesst. Das rechtsseitige Ovarium ist verkümmert, während das traubige Ovarium der linken Seite grosse Eier erzeugt. Die geschlängelten Oviducte erweitern sich in ihrem unteren Abschnitte zu einem muskulösen Eierbehälter und münden getrennt in den Sinus urogenitalis ein. Mammardrüsen sind vorhanden, erscheinen jedoch dem Ursprunge nach von den Milchdrüsen der übrigen Säugethiere verschieden und entbehren auch der Zitzen. Dagegen münden die zahlreichen Drüsenschläuche, welche aus tubulösen, den Schweissdrüsen ähnlichen, mit Haarbälgen verbundenen Drüsen der Haut entstanden sind, auf einem kreisförmig umwallten Hautfeld (*Echidna,* Mammartasche), wie es in ähnlicher Weise bei den übrigen Säugethieren der Zitzenbildung vorausgeht. Während man bisher annahm, dass die Monotremen wie die Marsupialien überaus kleine und wenig entwickelte Junge gebären, haben Haacke und Caldwell nachgewiesen, dass ein weichhäutiges Ei, welches dem Reptilienei ähnlich ist, abgelegt wird. Das Schnabelthier soll zwei solcher Eier in eine Erdhöhle ablegen und in einer Art Nest ausbrüten, der Ameisenigel dagegen jedesmal nur ein Ei in einen am Bauche sich entwickelnden Brutsack eintreten lassen und hier ausbrüten. Kloakenthiere wurden nur in Neuholland, Tasmanien und Neu-Guinea, fossile Reste überhaupt nicht gefunden.

Ordnung. **Monotremata.** (Mit den Charakteren der Unterclasse.)

1. Fam. *Echidnidae,* Ameisenigel. Die äussere Körperform der Ameisenigel erinnert, wie die Bezeichnung treffend ausdrückt, an die Ameisenfresser unter den Edentaten und die Igel. Sie besitzen ein dichtes Stachelkleid und eine röhrenartig verlängerte Schnauze mit wurmförmig vorstreckbarer Zunge; ihre kurzen fünfzehigen Beine enden mit kräftigen Scharrkrallen, welche zum raschen Eingraben des Körpers vorzüglich geeignet sind. Das männliche Thier besitzt an den Hinterfüssen einen durchbohrten Sporn, welcher den Ausführungsgang einer Drüse enthält, der man längere Zeit, aber mit Unrecht, giftige Eigenschaften zuschrieb. Wahrscheinlich dient derselbe bei der Begattung als Reizmittel, da er in eine Grube des weiblichen Schenkels hineinpasst. *Echidna aculeata (var. typica)* Cuv. (Fig. 856), Neuholland. *E. aculeata (var. setosa)* Cuv., Tas-

Fig. 856.



Echidna hystrix.

manien. *E. aculeata* (var. Lawesi), Südostküste von Neu-Guinea. *Proechidna Brujnii* Pet. Dor., Nordwest-Neu-Guinea (Tasmanien).

2. Fam. *Ornithorhynchidae,* Schnabelthiere. In der äusseren Körperform und Lebensweise combinirt das Schnabelthier, vom Entenschnabel abgesehen, Fischotter und Maulwurf, wie ja auch die Bezeichnung als Wassermaulwurf von den Ansiedlern Neuhollands treffend gewählt worden ist. Das Schnabelthier trägt einen dichten weichen Haarpelz als Bekleidung des flachgedrückten Leibes und besitzt wie der Biber einen platten Ruderschwanz. Die Kiefer sind nach Art eines Entenschnabels zum gründeln im Schlamme eingerichtet, aber jederseits mit zwei Hornzähnen bewaffnet und von einer hornigen Haut umgeben, welche sich an der Schnabelbasis in eigenthümlicher Weise schildartig erhebt. Die Beine sind kurz, ihre fünfzehigen Füsse enden mit starken Krallen, sind aber zugleich mit äusserst dehnbaren Schwimmhäuten versehen und werden daher sowohl zum Graben als Schwimmen gleich geschickt verwendet. Bei dem Männchen ist der Sporn der Hinterzehe wie bei *Echidna* entwickelt. *Ornithorhynchus anatinus* Shaw. (*paradoxus* Blumb.) (Fig. 857), Schnabelthier, bewohnt den Südosten von Australien und Tasmanien.

Fig. 857.



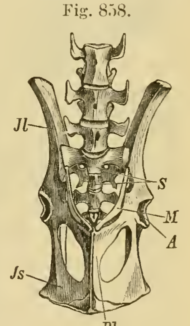
Ornithorhynchus paradoxus.

II. Unterclasse. **Didelphia = Marsupialia** [1]**, Beutelthiere.**

Aplacentale Säugethiere mit zwei Beutelknochen und einem von diesen gestützten, die Zitzen umfassenden Beutel, mit verschieden, meist reich bezahnten Kiefern und auf einen Prämolar beschränktem Zahnwechsel.

Ein Hauptcharakter der Beutler liegt in dem Besitze zweier Beutelknochen (Fig. 858) und eines an der Bauchseite von zwei Hautfalten gebildeten Sackes oder Beutels *(Marsupium)*, welcher die auf Zitzen befindlichen Oeffnungen der Milchdrüsen umschliesst und die hilflosen Jungen nach der Geburt aufnimmt. Die letztere tritt bei dem Mangel der Placenta ausserordentlich früh ein; selbst das Riesenkänguru, welches im männlichen Geschlecht fast Manneshöhe erreicht, trägt nicht länger als 39 Tage und gebiert einen blinden, nackten Embryo von nicht viel mehr als Zolllänge mit kaum sichtbaren Extremitäten, welcher vom Mutterthier in den Beutel gebracht wird, sich an einer der zwei oder drei Zitzen festsaugt und etwa acht bis neun Monate in dem Beutel verbleibt.

Fig. 858.

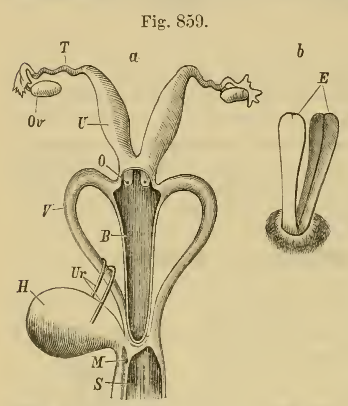


Das Becken mit dem angrenzenden Theile der Wirbelsäule von *Macropus*. *Jl* Ilium, *Pb* Os pubis, *Js* Ischium, *M* Beutelknochen (Ossa marsupialia), *A* Acetabulum, (Hüftgelenkspfanne), *S* die beiden Sacralwirbel.

[1]) R. Owen, Article „Marsupialia" in Todd's Cyclopaedia of Anatomy. Vol. III, 1842. Derselbe, Extinct Mammalia of Australia. London 1877. G. R. Waterhouse, A natural history of the Mammalia. Vol. V: Marsupialia. London 1846.

Die Ausführungsgänge der Harn- und Geschlechtsorgane bleiben auf einer niederen Stufe zurück. Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus zwei häufig traubigen Ovarien, deren Eileiter sich in zwei vollkommen getrennte Fruchtbehälter fortsetzen, welchen die eigenthümlich gestaltete, ebenfalls doppelte Scheide folgt (Fig. 859 *a*). Die beiden Scheiden bilden da, wo sie die Mündungen der Fruchtbehälter aufnehmen, einen gemeinsamen Abschnitt, der einen langen, in der Regel durch eine Querscheidewand getheilten Blindsack abgibt; von diesem Theil entspringen die Scheidencanäle als zwei henkelartig abstehende Röhren und münden in den Canalis urogenitalis ein. Da die äussere Oeffnung des letzteren mit dem After ziemlich zusammenfällt, kann man auch den Beutlern eine Art Kloake zuschreiben. Im männlichen Geschlecht endet die Ruthe in der Regel mit gespaltener Eichel (Fig. 859 *b*), entsprechend der doppelten Scheide des Weibchens.

Fig. 859.



a Weibliche Geschlechtsorgane von *Halmaturus*, nach Gegenbaur. *Ov* Ovarium, *T* Oviduct, *U* Uterus, O äusserer Muttermund, *V* Vagina, *B* Blindsack derselben, *Ur* Ureteren, *H* Harnblase, *M* Mündung derselben in den Sinus urogenitalis (*S*). *b* Gespaltener Penis von *Didelphys philander*, nach Otto aus Gegenbaur. *E* Hälften der Eichel.

Den Monotremen gegenüber sind die Kiefer reich und mannigfach bezahnt. Dabei ist der Zahnwechsel auf den hintersten Prämolar reducirt. Diese Reduction wird jedoch nicht von allen Forschern auf ein ursprüngliches Verhältniss zurückgeführt, sondern weist vielleicht (nach Flower und Huxley) auf den secundären Schwund der ursprünglich reichen Milchbezahnung hin, von der sich nur ein einziger Backenzahn in jedem Kiefer erhalten hätte. Freilich würde auch umgekehrt die ganze Bezahnung mit Ausnahme des einem Wechsel unterliegenden Zahnes die primäre sein können, zumal im Hinblick auf das Gebiss des *Wombats*, in welchem auch der Wechsel des einen Zahnes hinwegfällt und sämmtliche Zähne ohne abgeschlossene Wurzel bleiben. Charakteristisch ist für das Gebiss die grosse Zahl der Molaren $\left(\frac{9}{9}\right.$ bei *Myrmecobius*$\left.\right)$, bei den meisten aber auch die der Incisiven. Jene sind auch bei den omnivoren und herbivoren Formen auf den trituberculär und tubercularsectorialen Typus zurückzuführen. Ein bedeutungsvoller Charakter des Gebisses ist der nach innen gebogene hakenförmig eingekrümmte Fortsatz des Unterkieferwinkels.

Wie die Beutler in der besonderen Gestaltung ihres Gebisses Modificationen darbieten, die ähnlich, wenn auch in schärferen Gegensätzen, im Kreise der höheren Säugethiere wiederkehren, so erinnern auch die Specia-

lisirungen, welche sich am Endtheile der Extremitäten vollziehen, an jene placentaler Säuger. Freilich schreitet die Reduction der Zehen in ganz anderer Weise als bei diesen vor, indem dieselbe von innen nach aussen erfolgt. Wo, wie bei den Kängurus und Verwandten, ähnlich wie bei Hufthieren, nur zwei Zehen als Hauptstützen der Extremität Verwendung finden, sind es daher die beiden äusseren, während die drei inneren ganz verkümmern. Im Allgemeinen herrscht die ursprüngliche Fünfzahl der Nägel- oder Krallentragenden Zehen vor. Nicht selten *(Didelphyiden* und *Carpophagen)* erscheint die Innenzehe der hinteren Extremität opponirbar.

In der äusseren Erscheinung, in der Art der Ernährung und Lebensweise weichen die Beutler beträchtlich von einander ab, und wiederholen im Allgemeinen unter allerdings bedeutender Modification die wesentlichen Typen der placentalen Säugethiere; viele sind Pflanzenfresser und nähern sich den Nagern oder den Hufthieren, andere sind omnivor, andere leben als echte Raubthiere von Insecten, Vögeln und Säugethieren. Die Wombats repräsentiren die Nagethiere, die flüchtigen, in gewaltigen Sätzen springenden Kängurus entsprechen den Wiederkäuern und vertreten gewissermassen in Australien das fehlende Wild, die Flugbeutler *(Petaurus)* gleichen den Flughörnchen, die kletternden Phalangisten *(Phalangista)* erinnern in Körperform und Lebensweise an die Fuchsaffen *(Lemur)*, andere, wie die *Peramelиden* an die Spitzmäuse und Insectivoren. Auch Maulwurf-ähnliche Beutler *(Notoryctes)* sind in neuerer Zeit bekannt geworden. Die wahren Raubbeutler schliessen sich in der Bildung des Gebisses ebensowohl den echten Carnivoren, als den Insectenfressern an, denen sie in der grossen Zahl ihrer kleinen Vorderzähne und spitzhöckerigen Backenzähne kaum nachstehen.

Die meisten Beutler bewohnen Neuholland, viele auch die Inseln der Südsee und die Molukken, die *Didelphyiden* mit der reichsten Bezahnung Südamerika. In Europa fehlen sie gegenwärtig gänzlich, waren jedoch zur Tertiärzeit daselbst in Didelphis-ähnlichen Formen *(Peratherium)* verbreitet. Fossile Reste finden sich zuerst in der Secundärzeit *(Microlestes, Phascolotherium)*; besonders reich sind die pleistocänen Funde in Neuholland *(Thylacoleo, Diprotodon)*.

1. Ordnung. **Pedimana, Handbeutler.**

Beutler mit reichbezahntem Raubthiergebiss und opponirbarer Innenzehe der hinteren Extremität (Greiffuss).

Thiere von Rattengrösse, deren Gebiss an eine Mischform von Insectenfresser und Carnivoren erinnert. Gebiss: $\frac{5}{4}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\Big|\frac{1}{4}$. Gehören gegenwärtig durchaus Amerika an und sind wahrscheinlich die ältesten der jetzt lebenden Beutler.

Didelphyidae, Beutelratten. Mit beschupptem Wickelschwanz und fünf freien Zehen an Vorder- und Hintergliedmassen. Klettern vortrefflich. *Didelphys virginiana* Shaw.,

Opossum, Nordamerika. *D. cancrivora* Gm., Krabbenbeutler, Brasilien. *D. oppossum, D. dorsigera* L., Aeneas-Ratte, Surinam. Das Weibchen trägt die Jungen, welche mit ihren Schwänzen den der Mutter umschlingen, auf dem Rücken.

Fam. *Chironectidae.* Die fünf Zehen der Hinterfüsse durch eine Schwimmhaut vereint. Leben von Fischen. *Chironectes variegatus* Ill., Südamerika.

2. Ordnung. **Rapacia, Raubbeutler.**

Beutler mit Raubthiergebiss, ohne opponirbare Innenzehe der Hintergliedmasse, mit kurzem, fast nacktem oder buschig behaartem Schwanz.

Der Kopf ist häufig stark zugespitzt und erinnert an Insectivoren oder hat eine mehr Carnivoren-ähnliche Gestalt. Das Gebiss zeigt eine geringere Zahl von Schneidezähnen $\left(\frac{4}{3}\right)$, von denen die des Unterkiefers schräg nach vorne geneigt sind. Sind theilweise Kletterthiere, theilweise Springer und Läufer.

Fam. *Dasyuridae,* Beutelmarder. Schnauze minder zugespitzt, mehr gekürzt und gerundet, Gebiss mit nur $\frac{4}{3}$ Schneidezähnen. Vorder- und Hintergliedmassen mehr gleichmässig gestaltet, zum Laufen geeignet, die vorderen fünfzehig, die hinteren meist vierzehig. Schwanz lang behaart.

Thylacinus cynocephalus A. Wagn., Beutelwolf. Gebiss: $\frac{4}{3}\ \frac{1}{1}\ \frac{3}{3}\Big|\frac{4}{4}$. Der kühnste und stärkste Raubbeutler, von Schakalgrösse. Vandiemensland. Diluvial ist *Th. spelaeus,* sowie *Thylacoleo* Ow. *Dasyurus viverrinus* Geoffr., Beutelmarder. Gebiss: $\frac{4}{3}\ \frac{1}{1}\ \frac{2}{2}\Big|\frac{4}{4}$. Neusüdwales. *D. (Sarcophilus) ursinus* Geoffr., Vandiemensland. *Phascogale penicillata* Temm., Beutelbilch. Blutdürstiges kühnes Raubthier von Eichhorngrösse, gewissermassen das Wiesel von Süd- und Westaustralien. Feind der Hühnerställe. Gebiss: $\frac{4}{3}\ \frac{1}{1}\ \frac{3}{3}\Big|\frac{4}{4}$. *(Antechinus) flavipes* Waterh., Beutelmaus. (Mittlere Schneidezähne nicht vergrössert. Schwanz nur kurz behaart. *Myrmecobius* Waterh., Ameisenbeutler. Bildet den Uebergang zu den Perameliden. Mit sehr zahlreichen scharf spitzigen Backenzähnen. Gebiss: $\frac{4}{3}\ \frac{1}{1}\ \frac{4}{4}\Big|\frac{5}{5}\left(\frac{3}{3}\Big|\frac{6}{6}\right)$. *M. fasciatus* Waterh., Südaustralien.

Fam. *Peramelidae,* Beuteldachse. Gebiss: $\frac{5}{3}\ \frac{1}{1}\ \frac{3}{3}\Big|\frac{4}{4}$. Mit schwachen Vorderbeinen, an welchen der Daumen und auch noch die fünfte Zehe verkümmern, und starken, zum Springen geeigneten Känguru-ähnlichen Hinterfüssen, ohne Innenzehe, mit verkümmerter zweiter und dritter Zehe. Erinnern an die Makrosceliden Afrikas. *Perameles nasuta* Geoffr., Nasenbantikut, Neusüdwales. *Choeropus castanotis* Gray. Vorderfüsse zweizehig.

Hier dürfte sich die Fam. der *Notoryctidae* [1]), Wurfbeutler, anschliessen. *Notoryctes* Stirl., Beutelwurf. Maulwurfähnlich, mit dichtem Pelz und kurzen kräftigen Extremitäten, die vordern mit schaufelförmigen Scharrkrallen. Gebiss: $\frac{3}{2}\ \frac{1}{1}\ \frac{2}{2}\Big|\frac{4}{4}$. Eckzähne von den benachbarten Schneide- und Lückenzähnen wenig unterschieden. *N. typhlops* Stirl., Süd-Austr.

---

[1]) E. C. Stirling, Description of a new genus and species of Marsupialia „Notoryctes typhlops". Transactions of the Royal society of South Australia. July 1891.

3. Ordnung. **Carpophaga, Früchtebeutler.**

Beutler mit Frugivoren-Gebiss, opponirbarer Innenzehe an der hinteren Extremität und langem Wickel- oder Greifschwanz.

Im Gebiss nähern sich dieselben bereits den Kängurus. Sie besitzen drei obere Schneidezähne und einen grossen untern Schneidezahn; im Oberkiefer stets einen kleinen Eckzahn und meist vier Backenzähne. Zahl der sog. Lückenzähne verschieden. An den fünfzehigen Hinterfüssen sind die zweite und dritte Zehe verwachsen, die Innenzehe aber als nagelloser Daumen opponirbar. Auch die Vorderfüsse sind fünfzehig. Dem Baumleben entsprechend dient der lange Schwanz als Wickel- und Greifschwanz.

Fam. *Phalangistidae.* Von schlanker Körperform mit Greifschwanz. *Petaurus flaviventer* Desm. *P. pygmaeus* Desm., kaum 4 Zoll lang. Beutelflugeichhörnchen mit behaarter Flughaut. *Phalangista* (*Cuscus* Lacép.) *maculata*, Amboina. *Ph. ursina* Temm., Celebes. *Ph. (Trichosurus) vulpina* Desm. (Fig. 860). Hier schliesst sich an *Tarsipes rostratus* Gerv., Westküste Australiens.

Fig. 860.



Trichosurus vulpinus.

Fam. *Phascolarctidae*, Beutelbären. Von gedrungener plumper Körperform, mit dickem Kopf, grossen Ohren und ganz rudimentärem Schwanz. *Phascolarctus cinereus* Goldf., Koala. Gebiss: $\frac{3}{1}\,\frac{1}{0}\,\frac{1}{1}\,\Big|\,\frac{4}{4}$. Neusüdwales.

4. Ordnung. **Poëphaga, Springbeutler.**

Gras und Kräuter fressende Beutler mit kleinem Kopf, schwachen Vorderbeinen, sehr kräftigen, zum Sprunge dienenden Hintergliedmassen, mit langem Stemmschwanz.

Ausser dem kleinen Kopf, den schwachen, kleinen fünfzehigen Vorderbeinen ist der ungemein entwickelte Hinterkörper charakteristisch, dessen bedeutend verlängerte Extremitäten zum Sprunge dienen und von dem langen, an der Wurzel verdickten Stemmschwanz unterstützt werden. Die kräftigen Hinterfüsse enden mit vier hufartig bekrallten Zehen, von denen die beiden inneren mit einander verwachsen sind, die folgende sehr lang und kräftig ist. Das Gebiss erinnert an das der Pferde, wenngleich die Zahl der Schneidezähne im Unterkiefer eine geringere ist. Von den oberen Schneidezähnen sind die medialen sehr gross, die beiden unteren Schneidezähne stehen fast horizontal gerichtet. Der Magen ist Colon-ähnlich gestaltet, der Blinddarm lang.

Fam. *Halmaturidae,* Kängurus. Gebiss: $\frac{3}{1}\frac{0(1)}{0}\frac{1}{1}\Big|\frac{4}{4}$. Nach dem Grössenverhältnisse beider Extremitätenpaare und den Modificationen des Gebisses unterscheidet man verschiedene Gattungen. *Macropus giganteus* Shaw., Riesenkänguru. *M. (Halmaturus) Benetti* Waterh. *M. (Petrogale) penicillatus* Gray., Felsenkänguru. *Dendrolagus ursinus* Müll., Baumkänguru. *Hypsiprymnus murinus* Desm., Kängururatte. Merkwürdige Typen sind die pleistocänen *Diprotodon* und *Nototherium.*

5. Ordnung. **Rhizophaga, Nagebeutler.**

Mit Nagethier-ähnlichem Gebiss, von plumper Körperform, mit stummelförmigem Schwanz.

Schwerfällige Thiere von Dachs-Grösse, mit dichtem weichen Pelze, kurzen Extremitäten und dickem rundlichen Kopf. An den fünfzehigen Extremitäten entbehrt nur die stummelförmige Innenzehe des Hinterfusses der Sichelkralle.

Fam. *Phascolomyidae.* Gebiss: $\frac{1}{1}\frac{0}{0}\frac{1}{1}\Big|\frac{4}{4}$. *Phascolomys Wombat* Per. Les. *(fossor),* Wombat, Vándiemensland und Neusüdwales.

III. Unterclasse. **Placentalia.** [1])

Die placentalen Säugethiere vertreten den aplacentalen gegenüber die höhere Organisationsstufe unter reicherer und mannigfaltigerer Specialisirung der Formen. Ernährt von der im Fruchtbehälter des trächtigen Mutterthieres sich entwickelnden Placenta, gelangt der Fötus zu einer vollständigeren Ausbildung und wird in weit fortgeschrittenem, wenn auch keineswegs überall gleichem Zustande der Reife geboren. Damit fällt auch das Marsupium sammt seinen beiden Stützknochen am Becken hinweg. Man kann es als wahrscheinlich betrachten, dass sich die placentalen Säuger von den Marsupialien aus entwickelt haben. Die Abzweigung von diesen muss aber wohl in die Secundärzeit zurückreichen, da die ältesten bis jetzt bekannt gewordenen Reste entschiedener Placentalien, welche dem Eocän angehören, schon verhältnissmässig hoch differenzirte Gebisse besassen. Die Abzweigung ist vielleicht bereits zu einer Zeit erfolgt, als das Gebiss der aplacentalen Vorfahren noch ein sehr reichbezahntes war, bevor die mannigfache Specialisirung des Marsupialiden-Gebisses stattgefunden hatte, mit welcher sich dann die besondere Gestaltung der placentalen Gebissformen, entsprechend den ähnlichen Ernährungsverhältnissen, bis zu einem gewissen Grade convergent entwickelte. Nach den neueren Forschungen erscheint es möglich,

[1]) Vergl. Joh. Ch. D. v. Schreber, Die Säugethiere; fortgesetzt von Goldfuss und A. Wagner, 7 Bde. und 5 Supplementbde. Leipzig 1775—1855. E. Geoffroy, St. Hilaire et Fr. Cuvier, Histoire naturelle des Mammifères. 3 Vols. Paris 1819—1835. K. G. Giebel, Die Säugethiere etc. Leipzig 1859. Max Schlosser, Die Affen, Lemuren, Chiropteren, Insectivoren, Marsupialien, Creodonten und Carnivoren des europäischen Tertiärs und deren Beziehungen zu ihren lebenden und fossilen aussereuropäischen Verwandten. I., II., III. Wien 1887, 1888, 1890. Vergl. ferner Zittel l. c. Bd. IV.

dass den Ausgangspunkt für die Entwicklung der placentalen Säugethiergruppen fleischfressende Beutler bildeten, deren hohe Zahnzahl bei mangelndem oder beginnendem Zahnwechsel das Milchgebiss zugleich in sich einschloss. Aus diesen noch mit Klauen und Krallen bewaffneten Stammformen entsprangen nicht nur die Vorfahren der Hufthiere *(Protungulaten)*, welche durch die alteocänen *Condylarthra* zu den *Perissodactyla* und *Artiodactyla* hinführten, sondern auch die *Unguiculaten* und unter diesen zunächst die mit den *Insectivoren* verwandten tertiären *Creodonta,* auf welche auch die *Carnivoren* zurückzuführen sind. Aus den Creodonten dürften in gleicher Weise die *Chiropteren*, *Lemuriden* und *Quadrumanen* abzuleiten sein, während über den Ursprung der *Nager, Edentaten* und *Cetaceen* noch keine bemerkenswerthe Hypothese aufgestellt wurde. Wahrscheinlich dürften sich die Zahnwale aus gleichmässig bezahnten Säugern der Secundärzeit entwickelt, später die *Sirenen* von den *Hufthieren* und die *Pinnipedien* von den *Carnivoren* abgezweigt und dem Wasserleben angepasst haben.

Bemerkenswerth ist das häufige Vorkommen wurzelloser Zähne, die sich vielleicht schon von der aplacentalen Stammgruppe aus in die placentale Reihe fortsetzen, in welcher das Gebiss der Edentaten und einzelner Nagethiere der Wurzelzähne überhaupt entbehrt. In vielen Fällen treten jedoch wurzellose Zähne nur vereinzelt auf, wie z. B. bei *Hippopotamus* und den Nagern, bei *Hyrax, Chiromys, Elephas* etc. Morphologisch ist offenbar der Wurzelzahn die vorgeschrittenere und deshalb wohl auch spätere Gestaltungsform, die unter Ersparung von Schmelz und Dentinproduction aus dem wurzellosen, durch unbeschränktes Wachsthum bezeichneten Zahn hervorgegangen ist. Für dieses Verhältniss spricht auch das Vorhandensein von Zwischenformen mit länger währendem Wachsthum und erst spät sich schliessender Pulpa (hohe Krone, kurze Wurzel, z. B. an den Backenzähnen des Pferdes, dem zweiten und dritten Molar von *Phacochoerus*), sowie die Stellvertretung von wurzellosen und Wurzelzähnen bei nahe Verwandten *(Monodon, Moschus, Suiden)*. Der Nachtheil des Wurzelzahnes liegt wohl in der relativen Beschränkung seiner Functionsdauer, durch welche das Bedürfniss eines Ersatzzahnes veranlasst wird; der Vortheil in der verminderten Production von Zahnsubstanz und in der Möglichkeit einer grösseren Complication und Specialisirung. Immerhin hat der Wurzelzahn ein sehr bedeutendes Alter und findet sich schon in der aplacentalen Stammgruppe, so dass auch wiederum die Wahrscheinlichkeit der Rückbildung und Umwandlung von Wurzelzähnen in wurzellose für viele Fälle anerkannt werden muss.

Von grosser Bedeutung erscheint der dreihöckerige oder trituberculare Backenzahn, den bereits Cope als den primitiven Typus für die oberen Backenzähne in Anspruch nahm. An demselben bildete sich bereits in der mesozoischen Zeit der Gegensatz in die *sectoriale* und *bunodonte* Zahnform aus. Schon in der Tertiärzeit erscheint der Tritubercular-Typus durch Complicationen verändert, indem an den Oberkiefermolaren Zwischenhöcker

auftreten, an den Unterkiefermolaren ein zwei-, beziehungsweise dreihöckriger Talon hinzukommt.

Zweifelsohne war das Gebiss der ältesten placentalen Säuger ein reich bezahntes, was aus der grossen Zahnzahl nicht nur der gleichmässig bezahnten Cetaceen (Delphine) und Gürtelthiere, sondern auch aus dem differenzirten Gebiss der ältesten fossilen *Diphyodonten* erhellt. Bei diesen einen Zahnwechsel erfahrenden Placentalien hatte sich bereits für die Ausbildung der zahlreichen, in einer Reihe angelegten Zahnkeime die Veränderung vollzogen, welche zur Aufstellung scharf geschiedener Dentitionen und Unterscheidung der zuerst entwickelten, den Bedürfnissen des jugendlichen Alters angepassten hinfälligen Milchzähne und der später hervorwachsenden, stärkeren und höher entwickelten Zähne des bleibenden Gebisses Anlass gab. Wahrscheinlich handelt es sich jedoch bei den Dentitionen nur um ein verändertes Arrangement im Wachsthum, um die Vertheilung der vorhandenen Zahnanlagen auf zwei Zeitperioden der Ausbildung zu Gunsten der Leistungsfähigkeit und der Specialisirung der Arbeit (Baume).

Da es sehr viele alte Säugethiere mit der Zahnformel $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\frac{3}{3}$ (also mit 44 Zähnen des bleibenden Gebisses) gibt, so werden unter der Voraussetzung, dass ausser den Incisivi und Canini sämmtliche Prämolaren gewechselt wurden, die ältesten diphyodonten Placentalien mindestens 76 Zahnkeime in den Kiefern besessen haben. Der Zahnwechsel ist in zahlreichen Fällen ein beschränkterer, und das Milchgebiss erfährt wiederum in verschiedenem Masse *(Talpa, Soriciden)* Reductionen bis zur völligen Unterdrückung (Ratte etc.). Bei den Robben tritt der Zahnwechsel schon vor der Geburt ein. Durchgängig ist das Milchgebiss schwächer und einfacher gestaltet, die allgemeinere Form bewahrend, das bleibende höher entwickelt und mehr specialisirt. Jenes enthält den conservativeren Theil der Bezahnung, zeigt bei den nahe stehenden Gattungen (Homo, anthropoide Affen) und Familien (Carnivoren) nur geringe Differenzen und bleibt auf einer niedrigeren Stufe zurück, dem Gebisse der Vorfahren ähnlicher, ein Verhältniss, welches zuerst Rütimeyer durch den Nachweis begründete, dass im Milchgebisse der Ungulaten Eigenthümlichkeiten des Gebisses der geologischen Vorgänger erhalten sind, und dass es diesem ähnlicher ist als dem ihm folgenden bleibenden Gebisse, welches in bestimmter Richtung progressiv specialisirt erscheint.

Der besonderen Gestaltung des Gebisses und hiermit im Zusammenhange der Ernährungs- und Lebensweise entspricht die Differenzirung des Terminalstückes der Extremitäten nebst seiner Hornbekleidung. Wenn auch in der Regel die Fünfzahl der Zehen erhalten oder höchstens die Innenzehe hinweggefallen ist und die Krallenform des Nagels prävalirt, so gibt es doch zahlreiche Fälle von Reductionen, für welche bei den placentalen Säugethieren ein anderes Gesetz massgebend ist als bei den aplacentalen, indem zuerst die innere (erste), dann die äussere (fünfte), hierauf die zweitinnere

(zweite) und zuletzt die zweitäussere (vierte) Zehe verkümmert, beziehungsweise völlig wegfällt. Die zurückbleibenden Zehen erfahren gleichzeitig mit ihrer Hornbekleidung eine mehr oder minder bedeutende Verstärkung. Die Nägel werden zu gewaltigen Sichelkrallen (Faulthiere) oder zu verbreiterten Hufen (Ungulaten). Auch kann bei höheren Typen die Innenzehe der hinteren und vorderen Extremität als Daumen opponirbar werden.

Im Vergleich zu den Beutelthieren ist die Specialisirung der Formen eine ungleich reichere und mannigfaltigere. Zu den landlebenden, überaus verschieden sich ernährenden und bewegenden Typen mit Omnivoren-, Carnivoren-, Insectivoren-, Frugivoren-, Herbivoren- und Nagethier-Gebiss kommen ausschliesslich zum Wasserleben angepasste Raubthiere und Pflanzenfresser (Cetaceen, Sirenia), sowie insectivore und frugivore Flatterthiere (Fledermäuse), endlich völlig zahnlose Erdbewohner hinzu (Ameisenfresser).

1. Ordnung. **Cetacea** [1], **Walfische.**

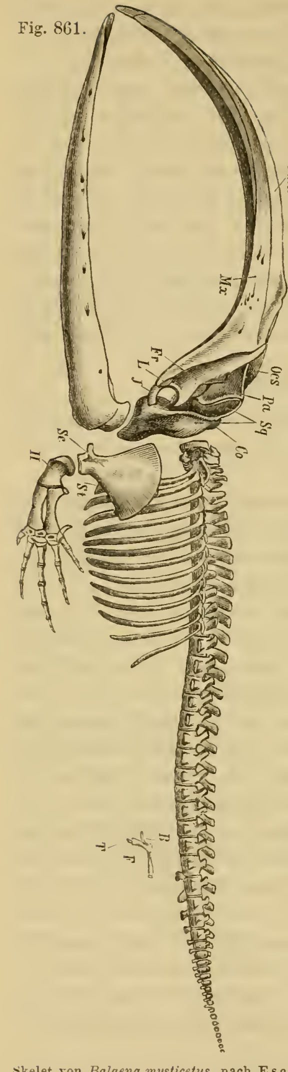
Wasserbewohnende Säugethiere mit spindelförmigem unbehaarten Leib, flossenähnlichen Vorderfüssen und horizontaler Schwanzflosse, ohne hintere Extremitäten.

Die Wale, nach ihrer gesammten Organisation echte Säugethiere mit warmem Blut und Lungenathmung, erscheinen so vollständig an das Wasserleben angepasst, dass sie sich in Körpergestalt und Skeletgliederung der Fischform nähern (Fig. 861). Einzelne Arten erlangen eine kolossale Körpergrösse, wie sie nur das Wasser zu tragen und die See zu ernähren im Stande ist. Ohne äusserlich sichtbaren Halstheil geht der Kopf in den walzigen Rumpf über, während das Schwanzende eine horizontale Flosse bildet, zu der auf der Rückenfläche häufig noch eine Fettflosse hinzukommt. Die Behaarung fehlt bei den grösseren Formen so gut wie vollständig, indem sich hier nur an der Oberlippe zeitlebens oder während der Fötalzeit Borstenhaare finden. Dagegen entwickelt sich in der dicken mit grossen Papillen versehenen Lederhaut, gewissermassen als Ersatz des mangelnden Pelzes, eine mächtige Fettmasse, die sowohl als Wärmeschutz, wie zur Erleichterung des specifischen Gewichtes dient und nur in der an den Papillarkörper grenzenden Schicht fehlt. An dem oft schnauzenförmig verlängerten Kopfe fehlen stets äussere Ohrmuscheln, die Augen sind auffallend klein und oft in die Nähe des Mundwinkels, die Nasenlöcher auf die Stirn gerückt. Die vorderen Extremitäten stellen kurze, äusserlich ungegliederte Ruderflossen dar, welche nur als Ganzes bewegt werden, die hinteren fehlen als äussere Anhänge gänzlich.

Der Schädel besitzt dem grossen, oft schnabelförmig verlängerten

[1]) D. F. Eschricht, Zoologisch-anatomisch-physiologische Untersuchungen über die nordischen Walthiere. Leipzig 1849. D. F. Eschricht og J. Reinhardt, Om Nordhvalen. Kjöbenhavn 1861. Van Beneden und Gervais, Ostéographie des Cétacés. Paris 1868 bis 1880. Max Weber, Studien über Säugethiere. Jena 1886. W. Kükenthal, Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren. Jena 1889.

Fig. 861.



Skelet von *Balaena mysticetus*, nach Eschricht und Reinhardt. *Ocs* Occipitale, *Co* Condylus occipitalis, *Sq* Squamosum, *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Jmx* Intermaxillare. *Mx* Maxillare, *J* Jugale, *L* Lacrymale, *St* das blos mit der ersten Rippe verbundene Sternum, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *B* Becken-, *F* Femur-, *T* Tibiarudiment.

Gesichtstheil gegenüber einen nur geringen Umfang und zeigt sich häufig asymmetrisch, vorherrschend rechtsseitig entwickelt; seine Knochen liegen, durch freie Schuppennähte gesondert, lose aneinander, die Parietalia verschmelzen früh mit dem Interparietale zu einem Knochen, das harte Felsenbein bleibt von den übrigen Theilen des Schläfenbeines isolirt. Die Nasenhöhle ist im Zusammenhang mit der mächtigen Entwicklung der Intermaxillaria ganz auf die Dorsalseite des Schädels gedrängt und erscheinen die Nasenbeine rudimentär. Die Kiefer tragen entweder sehr zahlreiche konische Wurzelzähne oder die Bezahnung erscheint in verschiedenem Masse bis zum völligen Schwunde reducirt. Im letzteren Falle (Bartenwale) kommen die Zahnkeime noch im fötalen Leben zur Entwicklung, die aus ihnen entstandenen Zahnrudimente durchbrechen jedoch nie das Zahnfleisch und werden vor der Geburt resorbirt (Bartenwale). Von der hinteren Extremität finden sich nur zuweilen kleine Knochenrudimente vor, die man als Beckenknochen deutet, wozu bei *Balaena mysticetus* noch ein Femur- und Tibiarudiment hinzutritt. Die einfache oder doppelte Nasenöffnung ist mehr oder minder hoch hinauf auf den Scheitel gerückt und führt senkrecht absteigend in die Nasenhöhle, welche als paariger, hinten einfacher Nasencanal absteigt und am Gaumensegel vom Schlunde durch einen Schliessmuskel abgeschlossen werden kann. Die Ansicht, dass die Walfische durch die Nasenöffnungen Wasser ausspritzen, hat sich als irrthümlich herausgestellt; es ist der ausgeathmete, in Form einer Rauchsäule sich verdichtende Wasserdampf, der zu der Täuschung eines ausgespritzten Wasserstrahles Veranlassung gab. Die sehr geräumigen Lungen erstrecken sich ähnlich wie die Schwimmblase der Fische weit nach hinten und bedingen wesent-

lich mit die horizontale Lage des Rumpfes im Wasser; auch das Zwerchfell nimmt eine entsprechend horizontale Lage ein. Sackartige Erweiterungen an der Aorta und Pulmonalarterie, sowie die sog. Schlagadernetze mögen dazu dienen, beim Tauchen der Athemnoth einige Zeit lang vorzubeugen.

Die Weibchen gebären ein einziges (die der kleineren Arten selten zwei), verhältnissmässig weit vorgeschrittenes Junges, welches noch längere Zeit der mütterlichen Pflege bedarf. Die beiden Saugwarzen der Milchdrüsen liegen in der Inguinalgegend.

Die Wale leben meist gesellig, zuweilen in Herden vereinigt; die kleineren suchen gern die Küsten auf und gehen auf ihren Wanderungen selbst in die Flussmündungen, die grösseren lieben mehr das offene Meer und die kalten Gegenden. Beim Schwimmen, dass sie mit grosser Meisterschaft und Schnelligkeit ausführen, halten sie sich in der Regel nahe an der Oberfläche. Die riesigen *Bartenwale,* welche der Zähne vollkommen entbehren, dagegen am Gaumen den aus senkrechten, transversal gestellten Hornplatten, den *Barten,* gebildeten Seiheapparat tragen, ernähren sich von kleinen Seethieren, Nacktschnecken, Quallen, die *Delphine* mit ihrem gleichförmigen Raubgebiss von grösseren Fischen. Fossile Reste finden sich schon in der älteren Tertiärzeit, am reichsten aber im Miocän, wo, ausser den gegenwärtig ausgestorbenen *Zeuglodonten,* Delphine und auch Bartenwale von verschiedener Grösse lebten. Mit Rücksicht auf das nahezu homodonte Gebiss dürften die Walthiere von einer weit in die Secundärzeit zurückreichenden placentalen Stammgruppe mit homodonter Bezahnung und vier Extremitäten abzuleiten sein. Hiermit würde die Thatsache nicht im Widerspruch stehen, dass das Gebiss der tertiären, vornehmlich in Nordamerika gefundenen Zeuglodonten schon mehr specialisirt war, indem der Oberkiefer bereits zweiwurzelige Backenzähne mit mehrzackiger Krone enthielt.

1. Unterordnung. *Denticete, Zahnwale.* Fleischfressende, vornehmlich von Fischen sich ernährende Wale mit kegelförmigen Fangzähnen in beiden oder nur in einem Kiefer (homodontes Gebiss). Kopf von proportionirter Grösse. Nasenlöcher oft zu einer halbmondförmigen Oeffnung verschmolzen.

Fam. *Delphinidae.* Beide Kiefer mit gleichgestalteten Kegelzähnen, jedoch nicht immer in ganzer Länge bewaffnet. Nasenlöcher zu einem halbmondförmigen Spritzloch vereint. *Phocaena communis* Less., Braunfisch, 4—5 Fuss lang, steigt in die Flussmündungen und lebt von Fischen. Europäische Meere. *Delphinus delphis* L., gemeiner Delphin (Fig. 862). Mittelmeer und atlantischer Ocean, *D. tursio* Fabr., Tummler, Nordatlantischer Ocean. *Beluga (Delphinapterus) leucas* Gray, Weissfisch. *Orca gladiator* Gray, Schwertfisch, Nördliche Meere. *Globiocephalus globiceps* Cuv., Grind, Nordatlantischer Ocean.

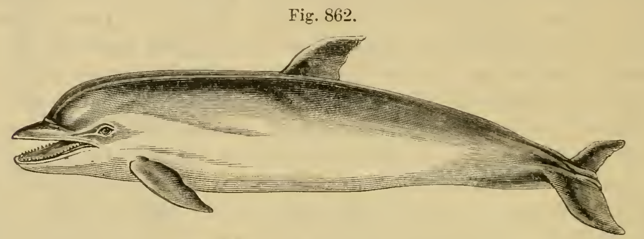
Fam. *Monodontidae.* Im Oberkiefer nur zwei nach vorne gerichtete Zähne, die im weiblichen Geschlechte klein bleiben, von denen aber der eine (meist linksseitig) im männlichen Geschlecht zu einem colossalen, schraubenförmig gefurchten Stosszahn wird. Die übrigen kleinen Zähne beider Kiefer fallen früh aus. *Monodon monoceros* L., Narwal. Nördliches Polarmeer. Von 20 Fuss Länge.

Fam. *Hyperoodontidae.* Schnauze schnabelförmig verlängert, im Unterkiefer jederseits nur ein oder zwei ausgebildete Zähne. Gesichtsknochen, namentlich Zwischenkiefer, oft unsymmetrisch. Ein halbmondförmiges Spritzloch. *Hyperoodon bidens* Flem., Dögling. Ueber 20 Fuss Länge. Nordatlantischer Ocean.

Fam. *Catodontidae = Physeteridae,* Pottfische. Kopf von enormer Grösse, von $^1/_3$ der Körperlänge, bis zur Spitze aufgetrieben durch Ansammlung von flüssigem Fett (Walrat). Oberkiefer zahnlos. Aeste der Unterkiefer aneinander gelegt, mit einer Reihe konischer Zähne besetzt. Spritzlöcher getrennt. Leben von Tintenfischen. *Catodon macrocephalus* Lac., Cachelot, Pottfisch, 40—60 Fuss lang, Nordmeer. *Physeter tursio* Gray, Nordatlantischer Ocean.

Hier würden die tertiären Zeuglodonten anzuschliessen sein *(Zeuglodon, Squalodon)*, für die man jedoch eine besondere Unterordnung aufzustellen hat.

Fig. 862.



Delphinus delphis (règne animal).

2. Unterordnung. *Mysticete, Bartenwale.* Mit sehr grossem Kopf und zahnlosen Kiefern, mit Barten (Fig. 861). Schlund eng. Spritzlöcher getrennt. Ernähren sich von sehr kleinen Meeresthieren *(Cetochilus, Clio borealis)*, die in ungeheurer Menge im Seiheapparate der Barten gefangen werden.

Fam. *Balaenidae,* Bartenwale. Cetaceen von bedeutender Grösse, mit ungeheurem Kopf, weit gespaltenem, aber zahnlosem Rachen und doppelten Nasenöffnungen, mit sehr kleinen Augen in der Nähe der Mundwinkel. Am Gaumengewölbe und Oberkiefer entspringen zwei Reihen von hornigen, an ihrem unteren Rande ausgefaserten Querplatten, sog. Barten, welche senkrecht dicht hintereinander gedrängt in die Rachenhöhle vorstehen und nach vorne und hinten zu an Grösse abnehmen. Diese Barten bilden eine Art Sieb, welches beim Schliessen des colossalen Rachens die kleinen, mit dem Seewasser aufgenommenen Nacktschnecken etc. zurückhält, während das Wasser abfliesst. *Balaenoptera rostrata* Fabr., Finnfisch, Nordmeer. *Megaptera boops* Müll., wird 100 Fuss lang. *Balaena mysticetus*, grönländischer Walfisch, bis 60 Fuss lang. Vornehmlich Gegenstand des Walfischfanges.

2. Ordnung. **Edentata**[1] **(Bruta), zahnarme Thiere.**

Säugethiere mit unvollständig bezahntem Gebiss, meist mit zahlreichen wurzellosen Backenzähnen, mit Scharr- oder Sichelkrallen an den Extremitäten.

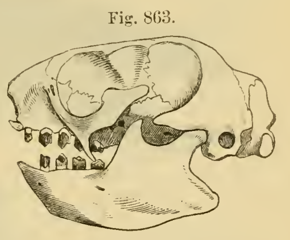
Die als *Edentata* (Bruta) unterschiedene Abtheilung placentaler Säugethiere umfasst überaus verschiedene, nach Lebensweise und Körpergestalt weit divergirende Formengruppen. Gemeinsam ist allen ausser der adeci-

[1]) Th. Bell, Article „Edentata“ in Todd's Cyclopaedia of Anatomy, Vol. II, 1836. W. v. Rapp, Anatomische Untersuchungen über die Edentaten. Tübingen 1852. H. Burmeister, Annales del museo publico. Buenos-Ayres 1864.

duaten Beschaffenheit des Mutterkuchens die geringere Specialisirung des Gebisses, dessen Zähne, wenn sie nicht vollständig fehlen *(Vermilinguia)*, ausschliesslich wurzellos sind und der Schmelzbekleidung entbehren. Das Arrangement der zwei Dentitionen fällt daher hinweg, wenn auch einzelne Zähne und vornehmlich die vorderen frühzeitig verloren gehen *(Dasypus)*. Die Form der übrigens in einzelnen Fällen sehr zahlreichen Zähne (circa 100 bei *Dasypus gigas*) ist eine ziemlich einfache und gleichartige.

Mit Ausnahme eines Gürtelthieres fehlen überall die Vorderzähne (Fig. 863). Sind Eckzähne vorhanden, so bleiben dieselben kleine und stumpfe Kegel. Auch die Backenzähne sind schwach und einfach geformt, zuweilen schwach gefurcht. Viele *(Wurmzüngler* und *Gürtelthiere)* sind Insectenfresser und graben mit ihren mächtigen Scharrkrallen Erdhöhlen, andere *(Faulthiere)* nähren sich von Blättern und klettern vortrefflich. Alle sind träge, stumpfsinnige Thiere mit kleinem, der Windungen entbehrendem Gehirn und bewohnen gegenwärtig ausschliesslich die südlichen Zonen, und zwar vornehmlich der neuen, in einzelnen Repräsentanten aber auch der alten Welt; mit Ausnahme des afrikanischen *Orycteropus* und der in Afrika und Asien lebenden Gattung *Manis* sind alle Bewohner Südamerikas. Es weist dieses Verhältniss auf die allmälige Ausbreitung von einem gemeinsamen Centrum in einer weit zurückreichenden Periode der Vorzeit hin und unterstützt die Annahme eines vormaligen grossen Südcontinentes. Die ältesten fossilen Reste finden sich im oberen Eocän (Quercy), dann im Miocän Europas (Pikermi und Sansan, *Macrotherium*) und Nordamerikas *(Moropus)*. Die interessantesten und reichsten Ueberreste gehören den Diluvialablagerungen vornehmlich Südamerikas an.

Fig. 863.



Schädel von *Bradypus torquatus*.

1. Unterordnung. *Vermilinguia*, Ameisenfresser. Mit sehr verlängerter zugespitzter Schnauze, aus deren enger Mundöffnung die dünne wurmförmige Zunge weit hervorgestreckt werden kann. Kiefer schwach. Zähne fehlen mit Ausnahme von *Orycteropus* vollständig. Hier finden sich zahlreiche Mahlzähne, die kaum knochenharte Consistenz erlangen. Die Thiere besitzen kurze kräftige Grabfüsse, die sie zum Aufscharren von Ameisen- und Termitenbauten benutzen. In diese aufgewühlten Haufen strecken sie ihre lange klebrige Zunge hinein, an der sich die Insecten festbeissen und beim raschen Einziehen der Zunge zur Beute werden. Fossil ist *Glossotherium*.

Fam. *Myrmecophagidae*, Ameisenbären. Zahnlos, mit Haarbekleidung. *Myrmecophaga jubata* L., *M. tetradactyla* L. (*tamandua* Desm.), *M. didactyla* L., Südamerika.

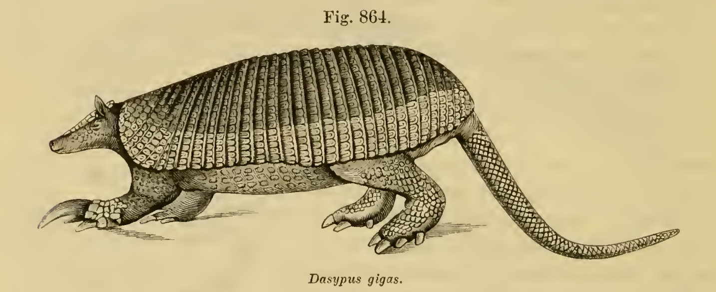
Fam. *Manidae*, Schuppenthiere. Zahnlos, von Hornschuppen bekleidet. *Manis macrura* Erxl., Schuppenthier, Westküste Afrikas. *M. brachyura* Erxl., und *javanica* Desm., beide in Ostindien.

Fam. *Orycteropodidae*, Erdferkel. Mit spärlicher Haarbekleidung und zahlreichen Mahlzähnen. *Orycteropus capensis* Geoffr., Cap'sches Erdschwein.

2. Unterordnung. *Cingulata,* Gürtelthiere. Die Körperbedeckung besteht aus knöchernen Tafeln, welche sich auf dem Rücken und am Schwanze zur Herstellung eines beweglichen Hautpanzers in Querreihen ordnen (Fig. 864). Die Extremitäten bleiben kurz und sind mit ihren kräftigen Scharrkrallen zum Graben vorzüglich geeignet. Vorderzähne fehlen mit Ausnahme von *Dasypus sexcinctus* und des fossilen *Chlamydotherium.* Beide Kiefer tragen kleine cylindrische Backenzähne, deren Zahl nach den einzelnen Formen wechselt. Bewohner Südamerikas. Fossile Gürtelthiere, wie *Glyptodon* Ow., *Chlamydotherium* Lund, finden sich in den Knochenhöhlen Südamerikas.

Fam. *Dasypodidae*, Armadille. *Dasypus novemcinctus* L., der langgeschwänzte Tatu, mit 8—10 Gürteln. *D. gigas*, Riesenarmadil (Fig. 864). Mit gegen 100 Zähnen. *D. sexcinctus* L. *Chlamydophorus truncatus* Harl., Schildwurf, in der Gegend von Mendoza.

Fig. 864.



Dasypus gigas.

3. Unterordnung. *Bradypoda,* Faulthiere. Mit rundlichem Kopf (Fig. 863) und nach vorne gerichteten Augen, mit sehr langen Vorderextremitäten und brustständigen Zitzen. Schneidezähne fehlen, zuweilen auch Eckzähne, von Backenzähnen stehen 3 bis 4 in jeder Kieferhälfte. Am Jochbein ist der grosse, über den Unterkiefer herabsteigende Fortsatz bemerkenswerth. Ausschliesslich zum Leben auf Bäumen bestimmt, benutzen sie ihre langen Vordergliedmassen und deren Sichelkrallen am Ende der drei oder zwei eng verbundenen Zehen zum Aufhängen und Anklammern an Aesten unter kräftigen, aber langsamen Bewegungen. Auf dem Erdboden vermögen sie sich nur äusserst unbehilflich und schwerfällig hinzuschleppen. Die Körperbedeckung bildet ein langes und grobes, dürrem Heu ähnliches Haarkleid. In den Wäldern Südamerikas. Fossile Gattungen aus dem Diluvium Nord- und Südamerikas sind: *Megatherium*[1]) Cuv. (Riesenfaulthier), *Mylodon* Ow., *Megalonyx* Jeffers. u. A.

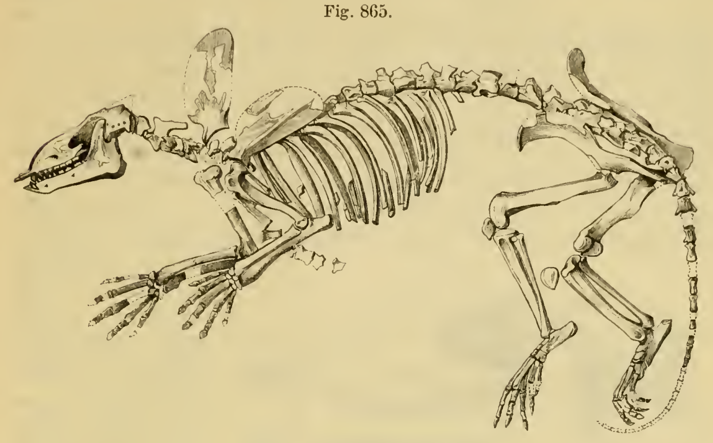
Fam. *Bradypodidae. Bradypus tridactylus* Cuv., Aï. *Br. torquatus* Ill., Kragenfaulthier. *Choloepus didactylus* Ill., Unau, Provinz Mendoza.

[1]) Pander und E. d'Alton, Vergleichende Osteologie, I. Abth., Liefg. 1: Das Riesenfaulthier. Bonn 1821.

3. Ordnung. **Condylarthra**[1]), **Condylarthren.**

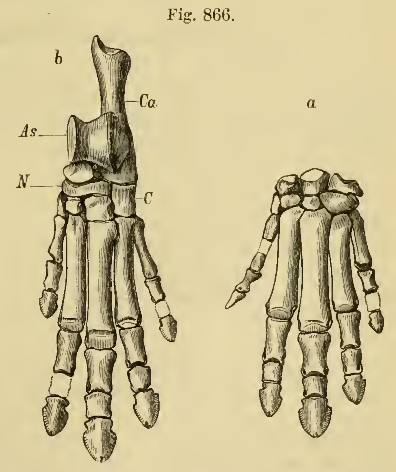
Ungulaten mit Articulation des Naviculare und Calcaneus, mit fünfzehigen Extremitäten und mehr Omnivoren-ähnlichem Verhalten der Molaren.

Fig. 865.



Phenacodus primaevus, nach Cope.

Fig. 866.



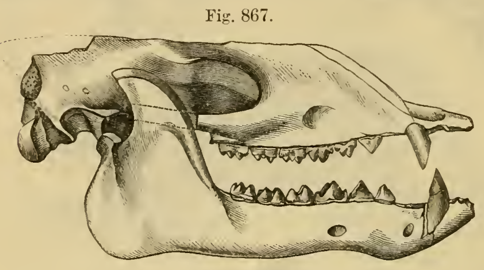
a Hand von *Phenacodus primaevus*, *b* Fuss desselben, nach Cope. *Ca* Calcaneus, *As* Astragalus, *N* Naviculare, *C* Cuboides.

Alttertiäre Hufthiere mit kurzen Extremitäten, welche noch fünf Finger und fünf Zehen besassen, von denen die äusseren schon sehr klein waren (Fig. 865). Stehen zwischen Hufthieren und Fleischfressern, und zwar den Creodonten am nächsten. Der Oberarm ist in seinem unteren Theile über dem Epicondylus ähnlich wie bei den Creodonten und Carnivoren durchbohrt. Ulna und Fibula sehr kräftig, die letztere articulirt weder mit dem Astragalus noch Calcaneus, sondern endet frei wie bei den Fleischfressern. Im Tarsus articulirt das Naviculare mit dem Calcaneus (wie bei *Hyrax* und den Nagern) (Fig. 866 *b*). Die Carpalien

[1]) E. D. Cope, Tertiary Vertebrata. Book I. Report of the U. St. Geological Survey of the Territories, 1884; M. Schlosser, Beiträge zur Kenntniss der Stammesgeschichte der Hufthiere. Morphol. Jahrb., Tom. XII, 1886.

sind in zwei Reihen geordnet (Fig. 866 *a*) mit Centrale carpi und getrennten Scaphoid und Lunatum, während dieselben bei den *Diplarthra,* den *Perissodactylen* und *Artiodactylen* alternirend in einander greifen. Gebiss: $\frac{3\ 1\ 4\,|\,3}{3\ 1\ 4\,|\,3}$ (Fig. 867). Incisiven und Caninen noch ähnlich wie bei den Creodonten. Backenzähne Omnivoren-ähnlich, indem die Joche, beziehungsweise Monde durch in die Länge gezogene gekrümmte Höcker repräsentirt werden. Die Prämolaren sind von ziemlich einfachem Bau und schliessen ähnlich wie die Backenzähne der Carnivoren nicht eng aneinander. Die oberen Molaren mit zwei Aussen- und einem Innenhöcker (Tritubercular-Typus), die unteren (Sectorialtuberculär-Typus) stehen im gewissen Sinne zwischen den Reisszähnen der Carnivoren und Mahlzahn der Ungulaten, mit grossem Talon. Auch Schädel, Scapula, Becken und Astragalus zeigen Anklänge an die Carnivoren. Wahrscheinlich sind aus diesen alttertiären, auf das Eocän Nordamerikas beschränkten Hufthieren die unpaarzehigen und paarzehigen Hufthiere hervorgegangen (ohne Vermittlung der *Amblypoden* Schlosser), während sie selbst sowohl in Schädelform und Gebiss, als in der Gestaltung der Extremitäten und deren Bewaffnung mit Nagel-ähnlichen Hufen auf Fleischfresser als Ausgangsformen hinweisen.

Fig. 867.



Schädel von *Phenacodus primaevus,* nach Cope.

Cope unterscheidet folgende Familien [1]:

1. Fam. *Periptychidae.* Mit kurzem Hals, bunodonten Zähnen, sehr einfachen Prämolaren. Astragalus ohne Rolle. Aus dem Puerco-Eocän von Neu-Mexico. *Pteriptychus rhabdodon* Cope, *Hexodon, Zetodon* Cope.

2. Fam. *Phenacodontidae.* Mit längerem Halse, bunodonten Zähnen. Prämolaren den Molaren unähnlich. Astragalus mit Rolle. *Phenacodus primaevus* Cope. *Ph. puercensis* Cope, aus dem Puerco. *Anacodon* Cope, aus dem Wasatch.

---

[1]) Zwei andere lediglich fossile Ungulatenordnungen sind die *Amblypoda* und die *Toxodontia (Toxodon).* Die ersteren, aus dem Eocän Amerikas, umfassen die Gattungen *Coryphodon* (Alteocän) und *Dinoceras* (Obereocän) und waren fünfzehige schwerfällige Sohlengänger, die sich omnivor, jedoch wahrscheinlich vorwiegend von Pflanzen nährten. Nach dem Skelet zu schliessen, glich *Coryphodon* einem Bären, jedoch mit Elephanten-ähnlichem Fussbaue. Mächtig vorspringende Eckzähne bildeten eine furchtbare Waffe. *Dinoceras* war von Elephantengrösse, von ähnlichem Fussbaue und mit sechs Knochenhöckern versehen, von denen zwei auf der Nase, zwei über den Wurzeln der gewaltigen Eckzähne und zwei am hinteren Schädeltheile sich erhoben.

4. Ordnung. **Perissodactyla**[1]**), Unpaarzeher.**

Ungulaten mit Articulation des Cuboides und Astragalus, mit vorwiegend entwickelter Mittelzehe und meist unpaarer Zehenzahl, mit vollständig bezahntem Gebiss und Querjochen der Molaren.

Die beiden Ordnungen der *Artiodactylen* und *Perissodactylen* hatten sich bereits zur älteren Tertiärzeit von den primitiven Hufthieren *(Condylarthra)* abgezweigt und zeigten theils im Gebisse, theils in der Gestaltung der Extremitäten und deren Wurzelknochen merkliche Abänderungen, die, nach verschiedenen Richtungen specialisirt, den ausschliesslichen Gebrauch der letzteren zum Tragen und raschen Fortbewegen eines mächtigen Leibes auf dem Lande und die mehr ausschliesslich vegetabilische Ernährung ermöglichten. Kleinere Arten *(Microchoerus)* boten noch zu den Insectivoren und Nagern Uebergänge und lebten omnivor. An dem Gebiss treffen wir bereits schmelzfaltige Backenzähne mit Querjochen und stumpfen Schmelzhöckern, die sich meist zu ebenen Kauflächen abnutzen. An die grossen meisselförmigen Schneidezähne schlossen sich ohne Lücke der Eckzahn, dann die Prämolaren und Molaren an.

Neben der Specialisirung der Zähne, welche sich von einem Condylarthren-ähnlichen Gebisse aus allmälig entwickelte, ist die jener theilweise parallel gehende, im Laufe der Zeit fortschreitende Reduction der Zehenzahl von dem grössten Werthe zur Beurtheilung der Verwandtschaft.

Die ältesten Ungulaten besassen noch an beiden Extremitäten fünf Zehen, von denen zuerst die innere an der hinteren, beziehungsweise an der vorderen Gliedmasse in verschiedenen Abstufungen bis zum völligen Schwunde zurücktrat. Mit dieser und der weiter fortschreitenden Reduction machte sich ein Gegensatz in dem Grössenverhältnisse der zurückbleibenden Zehen geltend, indem in der einen Reihe die Mittelzehe an Umfang bedeutend prävalirte und die ganze Last des Körpers in der Verlängerung der Extremitätensäule stützte *(Perissodactyla)*; in der anderen Reihe übernahmen Mittel- und vierte Zehe gleichmässig dieselbe Function und gelangten zu gleichgrossem, bedeutendem Umfang *(Artiodactyla)*. Schon von Cuvier ward dieser Gegensatz hervorgehoben und zur Unterscheidung in unpaarzehige und paarzehige Hufthiere benutzt, später dann von R. Owen in noch schärferer Weise zur Classification verwerthet. Freilich trifft die der paarigen oder unpaaren Zehenzahl entlehnte Bezeichnung nicht streng zu,

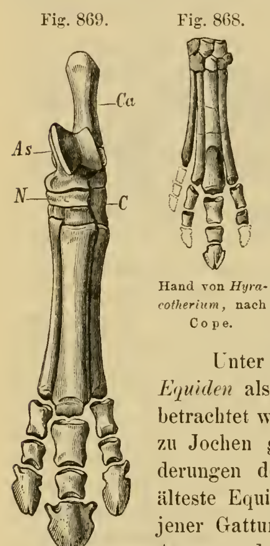
---

[1]) G. Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles. 3e édit. Paris 1846. T. Rymer Jones, Article „Pachydermata" in Todd's Cyclopaedia, nebst Supplement von F. Spencer Cobbold, 1885. Rütimeyer, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde. Basel 1863. Gaudry, Animaux fossiles et Géologie de l'Attique, 1864. Derselbe, Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires. Paris 1878. W. Kowalevsky, Monographie des Genus Anthracotherium Cuv. und Versuch einer natürlichen Classification der fossilen Hufthiere. Palaeontographica, 1873. Vergl. ferner Leidy, Marsh und Cope.

indem es *Perissodactylen* gibt — wie Tapir und *Orohippus* — welche vier Zehen an den Vorderfüssen besitzen, und andererseits *Artiodactylen* — wie *Anoplotherium tridactyle* — die vorne und hinten drei Zehen haben. Doch ist bei den *Perissodactylen* stets ein unpaarer Centralpfeiler die Hauptstütze, bei den *Artiodactylen* die dritte und vierte Zehe von gleich starker, mächtiger Ausbildung.

Für die Specialisirung in der Extremitätenform mit reducirter Zehenzahl ist es von grosser Bedeutung, dass die reihenweise Anordnung der Wurzelknochen eine Aenderung erfuhr, durch welche dem stützenden Theil der vorderen Extremität in Folge alternirenden Ineinandergreifens der Carpalia eine grössere Festigkeit zu Theil wurde (Fig. 868). Am Tarsus drängte sich das Cuboides zwischen Naviculare und Calcaneus bis zur Verbindung mit dem Astragalus empor (Fig. 869) und verdrängte somit das Naviculare von der seitlichen Articulation mit dem Calcaneus. Hiermit wurde auch an den Wurzelknochen der hinteren Extremität eine grössere Festigkeit und Stützkraft erreicht.

Fig. 869. Fig. 868.



Fuss von *Hyrachyus*, nach Cope. *Ca* Calcaneus, *As* Astragalus, *N* Naviculare, *C* Cuboides.

Hand von *Hyracotherium*, nach Cope.

Die Veränderungen des Gebisses, welche zu den *Perissodactylen* führten, bestanden zunächst in der Vereinigung der Molar-Tuberkel zu Jochen, dann in der Vergrösserung der drei letzten Prämolaren, die den Molaren mehr und mehr ähnlich wurden, in der Reduction des vordersten *(Pr 4)* Prämolaren, der einwurzelig wird und schliesslich verschwindet.

Unter den *Condylarthren* scheint für die Reihe der *Equiden* als Ausgangspunkt *Phenacodus* aus dem Puercobed betrachtet werden zu können, dessen Gebiss zumal in den zu Jochen gruppirten Tuberkeln der Molaren die Anforderungen der Stammform erfüllt. Wahrscheinlich ist die älteste Equidengattung *Hyracotherium* von einer alten Art jener Gattung abzuleiten, von welcher andere plumpere Arten zu den *Palaeotherien* hingeführt haben mögen.

Schon im Eocän beginnt die Reihe der Perissodactylen mit Formen (der alten und neuen Welt), deren Gebiss die volle Zahl von Zähnen nach der Formel $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$ enthielt, und bereits eine ziemlich geschlossene Zahnreihe zeigte, während die Zehenzahl noch unverändert war, von den fünf Zehen aber die Mittelzehe schon die grösste Stärke besass *(Hyracotherium* Ow., *Coryphodon* Ow., *Lophiodon)*. Diesen schliessen sich die besonders im Miocän verbreiteten *Palaeotheriden* (*Palaeotherium* Cuv.) und andere Gattungen an, von welchen sich Beziehungen zu den gegenwärtig lebenden Familien der *Tapiriden, Rhinoceriden*

und *Equiden* nachweisen lassen. Dazu kommen noch als vierte Familie die ausgestorbenen *Chalicotheriiden.*

Nach der Gestaltung der Backenzähne stehen die Tapiriden und Rhinoceriden einander näher, indem bei denselben die Joche der Unterkieferzähne fast rechtwinkelig gebogen, die der Oberkieferzähne fast geradlinig und mit der Aussenwand innig verbunden sind. Die anderen Familien zeichnen sich als *Selenolophodonten* dadurch aus, dass die Joche im Unterkiefer halbkreisförmig gebogen, im Oberkiefer ebenfalls gekrümmt, zum Theil sogar noch in Tuberkeln aufgelöst, von der Aussenwand getrennt sind.

Die *Tapire,* gegenwärtig auf zwei verschiedene Verbreitungscentren (Tropen Amerikas und Sundainseln) beschränkt, in den ältesten Formen (*Lophiodon* Cuv., *Helaletes* Marsh) über beide Continente verbreitet, treten mit vier Vorderzehen und drei Hinterzehen auf und besitzen ein noch sehr vollständiges Gebiss nach der Formel $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}|\frac{3}{3}$ mit freilich bedeutender Lücke zwischen Eckzahn und Backenzähnen, an denen sich der alte bunodonte Typus noch ausgesprochen erhalten hat. Die Backenzähne zeichnen sich durch den Besitz von zwei scharfen Querjochen aus, von welchen die der oberen Backenzähne in die Thäler der gegenüberstehenden des Unterkiefers passen. In Europa gehören die ältesten Formen der Gattung *Lophiodon* an, die jedoch nicht als Stammform betrachtet werden kann, da sie nur 3 Prämolaren und 3 Vorderzehen besass. Wahrscheinlich ist als solche die amerikanische Gattung *Helaletes* Marsh zu betrachten.

Die *Rhinoceriden,* welche gegenwärtig im tropischen Afrika, Ostindien und auf den Sundainseln ihre Heimat haben, waren früher und noch während der postpliocänen Zeit in der alten und neuen Welt weit verbreitet. Sie lassen sich zu hornlosen miocänen Formen, wie *Aceratherium* Kaup, zurückverfolgen, welche in den eocänen Typen ihren Ausgang nehmen. Als solcher ist *Hyrachyus* Leidy mit *Palaeotherium*-ähnlichem Gebiss und vier Zehen an dem plumpen Vorderfuss hervorzuheben. In der Bezahnung ist bereits für Eck- und Vorderzähne eine Reduction eingetreten. Die etwas differente Reihe der neuen Welt [1]) scheint bereits im Pliocän ausgestorben zu sein.

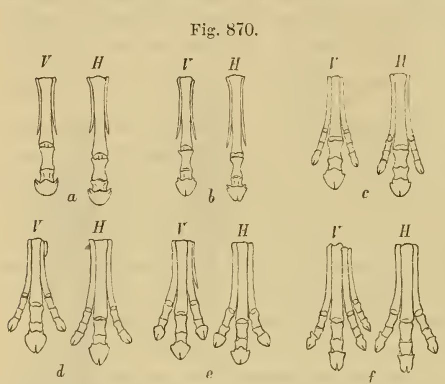
Die *Pferde,* zur Zeit hochbeinige, leicht gebaute Hufthiere von relativ einförmiger Gestaltung, mit lediglich erhaltener Mittelzehe *(Solidungula),* gehörten in der Vorzeit auch der neuen Welt an und stehen durch zahlreiche,

[1]) Hier aber lebten zur älteren und mittleren Tertiärzeit noch ganz eigenthümliche kolossale Perissodactylen, wie sie in der Gegenwart keines Gleichen finden. Zunächst die noch am meisten an die Rhinoceriden anschliessenden *Brontotherien* mit vier- und dreiehigen E xtremitäten und kaum reducirtem Gebiss (*Brontotherium* Marsh, *Titanotherium* Leidy, unteres Miocän), die man mit *Chalicotherium* und anderen fossilen Formen als vierte Familie der Perissodactylen *(Chalicotheriidae)* zusammengefasst hat. Diesen ist auch die Gattung *Macrauchenia* Burm. verwandt, welche jedoch die reihenweise Anordnung der Carpalia und die Trennung des Cuboides vom Astragalus mit den Condylarthren gemeinsam hat nnd in dieser Hinsicht mit *Hyrax* übereinstimmt.

als Gattungen unterschiedene fossile Zwischenstufen mit grösserer Zehenzahl und minder specialisirtem Gebiss mit alteocänen, den Palaeotherien verwandten Stammformen *(Phenacodus)* in continuirlicher Verbindung. Merkwürdiger Weise zeigt die durch eine grössere Zahl von Zwischenformen weit vollständigere amerikanische Reihe von der parallel laufenden, minder vollständigen der alten Welt einige Differenzen, so dass die amerikanischen Gattungen sich nicht genau mit den europäischen decken, jedoch mit der Annäherung an die Diluvialzeit mehr übereinstimmen.

In Europa war die Reihe von dem dreizehigen mittelmiocänen *Anchitherium,* dessen Seitenzehen noch fast den Boden berührten, dem obermiocänen und pliocänen *Hipparion* mit weit schwächeren und kürzeren Seitenzehen zur diluvialen Gattung *Equus*, von dessen Seitenzehen nur die Metatarsalknochen als „Griffelbeine" erhalten sind, längst bekannt, als Marsh die vollständigere Entwicklungsreihe aus den nordamerikanischen Tertiärformationen aufdeckte. Diese beginnt schon im unteren Eocän mit dem von *Phenacodus* abzuleitenden, nur fuchsgrossen *Hyracotherium* = *Orohippus* (Fig. 870) mit vierzehigem Vorder- und dreizehigem Hinterfusse, sodann *Orotherium* Cope (wahrscheinlich mit *Pliolophus* Ow. identisch), bei welchem der vorderste Prämolar noch isolirt ist, der hintere schon einem Molar gleicht. Im unteren Miocän tritt *Mesohippus* Marsh auf, mit drei Zehen, aber einem vierten Metatarsalknochen am Vorderfuss, dann der obermiocäne, etwa dem *Anchitherium* [1] parallel stehende *Miohippus,* kaum von Eselsgrösse, diesem die dem *Hipparion* entsprechende Gattung *Protohippus* Marsh im unteren, dann *Pliohippus* Marsh (Seitenzehen schon auf die Griffelbeine reducirt) im oberen Pliocän und endlich im Diluvium das wahre Pferd *Equus,* welches jedoch während dieser Zeit in Amerika unterging und sich nicht in die Gegenwart erhielt.

Fig. 870.



Vorder- *(V)* und Hinterfuss *(H)* von *a Equus, b Pliohippus, c Protohippus (Hipparion), d Miohippus (Anchitherium), e Mesohippus, f Orohippus.* (Nach Marsh.)

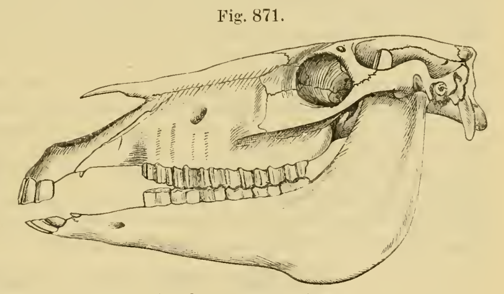
1. Fam. *Tapiridae.* Mittelgrosse, kurz behaarte Hufthiere, deren mittelhohe Vorderbeine mit vier, die Hinterbeine mit drei Zehen enden. Die Schnauze endet mit kurzem nackten Rüssel. Gebiss beinahe vollständig bezahnt, von relativ ursprünglichem Typus. Die Backenzähne sind durch die Dicke der Joche und die noch kenntlichen ursprünglichen

[1] Leidy's *Parahippus* und *Hypohippus* sind nur wenig von *Anchitherium* verschieden.

Höcker ausgezeichnet. Die Joche im Oberkiefer geradlinig, im Unterkiefer nahezu rechtwinkelig gebogen, nur die der hinteren Zahnhälfte deutlich ausgeprägt. In Europa beginnen sie mit der Gattung *Lophiodon,* welche nur 3 Prämolaren und wahrscheinlich nur 3 Zehen besass. Die Stammform der Tapire ist wahrscheinlich *Helaletes* Marsh (*Systemodon* Cope) mit 4 Prämolaren und 4 Vorderzehen, dann folgt *Protapirus* Filh. aus den Phosphoriten von Quercy. Jüngere fossile Tapire waren *Tapirus helveticus* H. v. M., *T. priscus.* Wahrscheinlich war Amerika das Ausgangscentrum der Stammform, von welcher schon während der älteren Tertiärzeit Nachkommen nach der alten Welt kamen. Die recenten Arten leben besonders in feuchten Waldungen und gehören den Tropen theils Amerikas, theils Ostindiens an. *Tapirus indicus* Desm., Schabrakentapir, Sumatra. *T. americanus* L., Anta, Südamerika.

2. Fam. *Rhinoceridae.* Grosse plumpe Dickhäuter mit niedrigen Beinen und einem oder zwei und dann hintereinander stehenden Hörnern (Epidermoidalbildungen) auf dem stark gewölbten Nasenbeine. *Rhinoceros.* Mit 3 Vorderzehen. Gebiss: $\frac{2}{2}\frac{0}{0}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$. Die Backenzähne durch die dicke Aussenwand ausgezeichnet, welche neben dem ersten Querjoch eine thurmförmige Erhebung bildet. Die Joche der unteren Backenzähne rechtwinklig gebogen, im Oberkiefer geradlinig. Die ältesten Formen gehören der Gattung *Hyrachyus* Leidy an, mit *Palaeotherium*-ähnlichem Gebiss, von Bunodontentypus der Backenzähne und mit 4 vollständigen Zehen. *Hyracodon* Leidy aus dem Untermiocän besass noch 3 Schneidezähne, sowie auch den vierten oberen Prämolar, hatte aber nur 3 Vorderzehen. Bei *Aceratherium* fehlten noch die Hornzapfen, während die Schneidezähne der Zahl nach reducirt waren. Gebissformel $\frac{2}{2}\frac{0}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$. Die recenten Arten der Gattung *Rhinoceros,* die schon im Miocän auftrat, leben in den Tropen Ostindiens und Afrikas. *Rh. indicus* Cuv. *Rh. javanus* Cuv. *Rh. sumatranus* Cuv. Die afrikanischen Nashörner besitzen zwei Hörner. *Rh. africanus* Camp. Unter den diluvialen Formen Europas war das mit dem Mammuth gleichzeitige Rhinoceros mit knöcherner Nasenscheidewand, *Rh. tichorhinus* Cuv., durch seine dicht behaarte Haut dem kalten Klima angepasst. Jungtertiär ist *Rh. leptorhinus* Cuv. Verwandt ist die fossile Gattung *Elasmotherium* Brdt.

Fig. 871.



Schädel von *Equus caballus.*

3. Fam. *Equidae* (*Solidungula* Aut.). Hochbeinige schlanke Hufthiere, die nur mit dem starken, von breitem Hufe umgebenen Endgliede (Hufbein) der dreigliedrigen Mittelzehe den Boden betreten (Fig. 870). Die zweite und vierte Zehe sind entweder als kleine Nebenzehen (Afterklauen) vorhanden (fossile Gattungen) oder auf die Metatarsalknochen (Griffelbeine) reducirt. Das Gebiss (Fig. 871) besitzt sechs obere und sechs untere grosse meisselförmige Schneidezähne, die sich in geschlossener Bogenlinie aneinanderfügen und sich durch die querovale Grube ihrer Kaufläche auszeichnen. Eckzähne sind in beiden Kiefern gewöhnlich nur im männlichen Geschlecht vorhanden und bleiben kleine kegelförmige „Haken“. Die Joche der Backenzähne stark gekrümmt und scharf von der Aussenwand abgesetzt, im Unterkiefer halbkreisförmig, mit einem Doppelhöcker. Die Zahl der Backenzähne betrug bei den fossilen Formen sieben in jedem Kiefer, und zwar vier Prämolaren und drei Molaren oben und unten. Bei den jetzt lebenden Arten der Gattung *Equus* ist sie in Folge allmäliger, schon in den aufeinanderfolgenden fossilen Formen nachweisbarer

Reduction der ersten Prämolaren auf sechs gesunken, indessen findet sich vor dem ersten der drei bleibenden Prämolaren noch, als letzter Rest, ein kleiner hinfälliger Zahn (Wolfszahn, Bojanus). Eine Nebenlinie der *Equiden* bilden die ausgestorbenen *Palaeotheriden*, deren Gebiss sich durch eine einfachere Gestaltung der Backenzähne auszeichnete. Bei *Palaeotherium* waren die vier Prämolaren bereits Molaren-ähnlich, ohne dass diese prismatisch wurden.

Hyracotherium leporinum Ow., Alteocän. *Anchitherium Dumasii* Gerv. Füsse dreizehig mit grosser Mittelzehe und zwei Seitenzehen (nebst Metatarsalrest der kleinen Zehe an der vorderen Extremität). Backenzähne: $\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}$. Vorderer Prämolar sehr reducirt. Mittel-Miocän. *Hipparion gracile* Kp., Ober-Miocän. Von den sieben Backenzähnen geht der vordere, ein einfaches Prisma mit halbmondförmigem Querschnitt, schon mit dem Milchgebiss verloren. Die beiden Seitenzehen berühren den Boden nicht mehr. Von der Ulna ist der obere Theil geblieben, die Fibula ist ganz hinweggefallen.

Equus L. Füsse einzehig mit Metatarsalresten der zweiten und vierten Zehe (Griffelbeine). Backenzähne: $\frac{3}{3}\Big|\frac{3}{3}$ mit einem Rudiment eines vorderen früh hinfälligen siebenten Zahnes. *E. caballus* L. (Fig. 871). Lebend nur im domesticirten Zustande bekannt, stammt wahrscheinlich von mehreren der bereits zur Diluvialzeit lebenden Pferdearten ab und ist wahrscheinlich in der sogenannten, auf die Mammuthzeit folgenden Renthierzeit, in welcher das Pferd gejagt und gegessen wurde, zuerst domesticirt. Nach Nehring[1]), welcher die früher herrschende Ansicht bekämpft, dass Asien die alleinige Heimat des Pferdes gewesen sei, sollen von dem mittelgrossen, starkknochigen Diluvialpferd Deutschlands die Rassen occidentaler Pferde abstammen, während die zierlichen dünnknochigen Pferde, von denen sich in den Torfmooren und Pfahlbauten der Bronzezeit Reste finden, von einem kleineren schwächeren Diluvialpferde herzuleiten seien. Dazu würden dann die Pferde orientalischer und asiatischer Herkunft kommen. Nicht selten tritt bei verschiedenen Racen des domesticirten Hauspferdes in der Fussbildung ein Rückschlag ein, indem sich das innere Griffelbein des Vorderfusses in eine Afterzehe fortsetzt. Sehr selten sind Pferde mit Hipparionfüssen beobachtet worden. (Rückschlag in der Färbung, Rücken- und Schulterstreifen.) Die gegenwärtig wild lebenden Pferde sind theilweise gestreift (Tigerpferde), theils einförmig, die letzteren bewohnen vornehmlich die asiatischen Steppen. *Asinus taeniopus* Heugl., Wildesel im südöstlichen Asien. Stammform des Hausesels, *E. asinus* L., *A. hemionus* Pall., Dschiggetai, Halbesel. *A. onager* Pall., Kulan, Mongolei. Die afrikanischen Arten (zu der Untergattung *Hippotigris* Sm. gestellt) sind: *E. quagga* Gm., *E. zebra* L., *E. Burchelli* Fisch.

5. Ordnung. **Artiodactyla** [2]), **Paarzeher.**

Ungulaten mit Articulation des Cuboides und Astragalus, mit vorwiegender, gleichmässig starker Entwicklung der dritten und vierten Zehe und verschieden gestaltetem, oft reducirtem Gebiss.

Schon im unteren Eocän waren von den Urhufthieren die Perissodactylen- und Artiodactylen abgezweigt, letztere vierzehig, aber schon mit merklich abgeändertem Gebiss. Wahrscheinlich sind von den *Condylarthren* die *Pteriptychiden* die Vorfahren von *Artiodactylen* gewesen (Milchgebiss

[1]) A. Nehring, Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen und ihre Beziehungen zu den jetzt lebenden Pferden. Berlin 1884.

[2]) Rütimeyer, Fauna der Pfahlbauten. Derselbe, Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes. Denkschriften der Schweizer naturf. Gesellschaft, Bd. 22 und 23. W. Kowalevsky, Monographie der Gattung Anthracotherium. Palaeontographica 1873. Vergl. ferner: Cope, Schlosser.

von *Pteriptychus* [*Conoryctes* Cope]). Das Gebiss hatte bei den älteren Paarzehern wie Unpaarzehern noch mehrfache Züge mit Fleischfressern gemeinsam. Caninen und Incisiven waren Carnivoren-artig. Allmälig wurden diese Zähne schwächer. Die Prämolaren waren ursprünglich seitlich comprimirte Hügel und verstärkten sich dann durch Ausbildung von Höckern und Leisten, ohne in dem Masse wie bei den Perissodactylen den Molarentypus zu erreichen. Die Veränderungen begannen mit dem vordersten Molar und hintersten Prämolar. Dann schritt die Specialisirung nach divergenten Richtungen fort, meist unter Reduction der Incisivi, bei besonderer Grössenzunahme, oder gänzlichem Ausfall der Canini und unter verschiedener Gestaltung der Backenzähne, welche vier Prämolaren und drei Molaren blieben. Es gestalteten sich die Backenzähne entweder zu Höckerzähnen mit vier oder fünf warzenförmigen Hügeln *(Bunodonten)* oder zu sog. Sichelzähnen mit halbmondförmigen Schmelzfalten *(Selenodonten)*. In den älteren Formen war dieser Gegensatz noch nicht so scharf ausgeprägt *(Anthracotheriden — Anoplotheriden)*. Seinen Höhepunkt erreicht derselbe in den Schweinen und Wiederkäuern der Gegenwart. Von den nach Ausfall der Innenzehe zurückbleibenden vier Zehen besassen schon bei den ältesten Paarzehern die beiden mittleren eine grössere Stärke, in anderen Formen waren bereits die beiden nach aussen stehenden Zehen völlig geschwunden, aber noch die Mittelhand- und Mittelfussknochen getrennt *(Anoplotherium, Xiphodon)*. Hier zeigten aber die Wurzelknochen beider Extremitäten das sog. *inadaptive* Verhältniss (Kowalevsky), indem die zu den reducirten Zehen gehörigen Wurzelknochen nicht in den Dienst der zurückbleibenden Zehen traten, sondern functionslos wurden und verkümmerten.

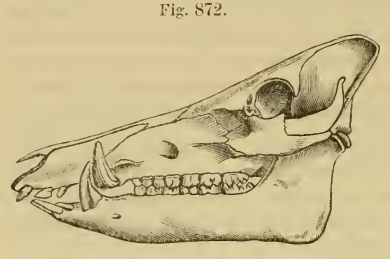
Die recenten Formen sind theils plumpe, schwer gebaute, theils schlanke, gracile Formen; die ersteren mit niedrigen Beinen, dicker, nackter Haut und straffem Borstenkleid, die letzteren meist hochbeinig, mit dichtem, eng anliegendem Haarpelz. Die beiden Mittelzehen mit ihrer starken Hufbekleidung tragen hauptsächlich die Körperlast, indessen können auch noch die zweite und fünfte Zehe beim Auftreten an der Unterstützung des Körpers theilnehmen, rücken aber meist als rudimentäre Zehen nach hinten und berühren als Afterzehen den Boden nicht mehr.

1. Unterordnung. *Bunodonta.* Vorwiegend mit Höckern der Backenzähne und vollständiger Bezahnung, stets mit Eckzähnen und mit einfacher Magenform. Die Metatarsalknochen der Mittelzehen sind niemals zu einem einzigen Röhrenknochen verschmolzen. Die Höckerzähne sind bei den alten fossilen Formen durch den Besitz von fünf Höckern ausgezeichnet und werden erst später vierhöckerig, dann aber durch eine grössere Zahl sich entwickelnder Nebenhöcker vielhöckerig *(Sus)*. Die jetzt lebenden Typen beschränken sich auf die Familien der Hippopotamiden und Suiden, welch letztere sich durch fossile Formen bis auf eocäne Gattungen zurückführen lassen. Jene bewahrten die alte Zehengestaltung, wie sie der eocäne *Hyopo-*

tamus besass. An ihrem Gebisse sind Eckzähne und Schneidezähne, von denen die äusseren hinweggefallen sind, wurzellos und von enormer Stärke. Die Suiden mit reducirten Aussenzehen und Omnivorengebiss gehören sowohl der alten wie neuen Welt an und werden dort durch miocäne Gattungen, *Palaeochoerus* und *Choerotherium* (letztere mit vier Zehen noch in fast gleicher Ausbildung), zu eocänen Formen mit fünfhöckerigen Molaren, wie *Choeropotamus*, hier von *Dicotyles* zu dem miocänen *Thinohyus* bis zu dem eocänen *Eohyus* zurückverfolgt. Im Gebiss der Suiden ist meist nur der Eckzahn wurzellos, bei *Phacochoerus* jedoch auch der letzte Molar, welcher sich in seinem Bau wie auch der vorletzte Molar einem Faltenzahne nähert. In den Schneidezähnen, die im Alter ausfallen, tritt in verschiedenen Gattungen eine Reduction von $\frac{3}{3}$ zu $\frac{2}{3}$ *(Porcus)* bis zu $\frac{1}{3}$ *(Phacochoerus)* ein.

1. Fam. *Anthracotheriidae*. Mit vierzehigen Füssen, primitiver Anordnung der Carpalien und Tarsalien. Im Gebisse prävalirte die Fünfzahl der molaren Höcker und der einfache Bau der Prämolaren, welche an die der Fleischfresser anschliessen. Vorwiegend eocän. *Choeropotamus* Cuv., *Rhagatherium* Pict., *Anthracotherium* Cuv.

Fig. 872.



Schädel von *Sus scrofa fera*.

2. Fam. *Obesa*. Vierzehig, von plumper Gestalt, mit unförmig grossem Kopf und breiter, stumpfer, angeschwollener Schnauze. Gebiss: $\frac{2\ \ 1\ \ 4 \mid 3}{2\ \ 1\ \ 3 \mid 3}$. *Hippopotamus amphibius* L., Nilpferd. *H. major* Cuv., Diluvium des mittleren und südlichen Europa.

3. Fam. *Suidae*[1] *(Setigera)*. Mit dichtem Borstenkleid und kurzrüsseliger Schnauze. Das Gebiss (Fig. 872) besitzt alle Zahnarten, doch ist die Zahnreihe nicht vollkommen geschlossen. Die Schneidezähne stehen schräg horizontal und erfahren in einzelnen Gattungen eine Reduction bis zu $\frac{1}{3}$. Die wurzellosen Eckzähne stark verlängert, dreiseitig, im männlichen Geschlecht als „Hauer" gewaltige Waffen. 6—7 schmelzfaltige Backenzähne, darunter drei Molaren, in jedem Kiefer. Die ältesten Formen besassen noch Caninen und Molaren nach Art der Fleischfresser. Die Molaren zeigten fünf, später vier Tuberkel, die Monden ähnlich sind. Nur die beiden Mittelzehen berühren den Boden, während die kleineren Aussenzehen als Afterzehen nach hinten liegen (Fig. 845*c*). *Phacochoerus aethiopicus* Cuv., Südafrika. *Ph. Aelianus* Rüpp. (*Sus africanus* L.), Abyssinien bis Guinea. *Porcus babyrussa* L., Hirscheber, Molukken. *Potamochoerus africanus* Schreb. (*larvatus* Fr. Cuv.), Warzenschwein, Südwestafrika. *Sus europaeus* Pall. (*S. scrofa* L.), Wildschwein. Gebiss: $\frac{3\ \ 1\ \ 4 \mid 3}{3\ \ 1\ \ 4 \mid 3}$. In weiter Verbreitung von Indien bis zum Westen Europas und Nordafrika. Stammform einer grossen Zahl von Racen unseres Hausschweines, wogegen man die Schweine aus China, Cochinchina, Siam, das neapolitanische, ungarische, andalusische Schwein, das kleine Bündtnerschwein und das Torfschwein aus der jüngeren Steinzeit der Schweizer Pfahlbauten auf eine besondere

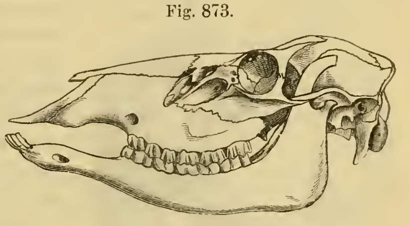
[1]) Herm. v. Nathusius, Vorstudien für Geschichte und Zucht der Hausthiere, zunächst am Schweineschädel. Berlin 1864. Derselbe, Die Racen des Schweines. Berlin 1860.

Stammart *(S. indicus)* zurückzuführen hat (Nathusius), die wild nicht mit Sicherheit bekannt ist, aber dem *S. vittatus* Müll. Schl. von Java und Sumatra nahesteht. *Dicotyles torquatus* Cuv., *D. labiatus* Cuv., Bisamschwein, Pecari, Amerika.

Die zahlreichen fossilen Formen vertheilen sich auf verschiedene schon im Eocän bekannte Gattungen: *Leptochoerus* Leidy, *Cebochoerus* P. Gerv., *Hemichoerus* Filh. mit fünf tuberkulären oberen Backenzähnen. *Palaeochoerus* Pom., *Hyotherium* Meyer. Die Gattung *Sus* beginnt schon im obern Miocän. *S. antiquus* Kaup.

2. Unterordnung. *Selenodonta* [1]), *Wiederkäuer.* Mit Halbmonden der Backenzäne an Stelle der Tuberkel. Die jetzt lebenden Typen mit unvollständigem Gebiss (Fig. 873), an welchem meist die oberen Schneidezähne hinweggefallen sind und dann auch Eckzähne nicht mehr zur Ausbildung kommen. Dagegen stehen im Unterkiefer acht (mit den adaptirten unteren Eckzähnen), selten nur sechs schaufelförmige Schneidezähne. Die allgemeine Gestalt der Backenzähne bietet ziemlich feste Merkmale und zeigt einen ausgeprägt selenodonten Charakter. Die Prämolaren sind klein, meist nur ein- oder zweilobig. Die Metacarpal- und Metatarsalknochen sind bei den jetzt lebenden Formen, mit Ausnahme der *Traguliden,* zu einem gemeinsamen Röhrenknochen *(Canon)* verschmolzen (Fig. 845 *d*).

Fig. 873.



Schädel von *Cervus canadensis.*

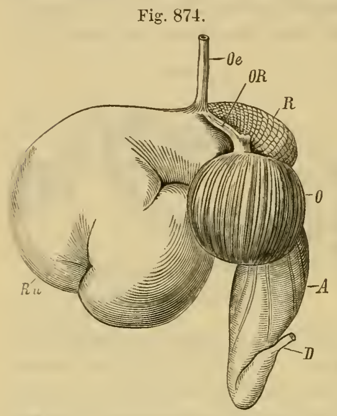
Die selenodonten Paarzeher beginnen bereits im Eocän mit den vierzehigen *Hyopotamiden,* beziehungsweise dreizehigen *(Anoplotheriden)* Formen, von denen sich die ersteren von den *Anthracotheriden* nicht streng, und lediglich durch den ausgeprägteren selenodonten Charakter der Backenzähne abgrenzen lassen. Auch hier bilden fünflobige Molaren eines noch ziemlich indifferenten Paläotherien-ähnlichen Gebisses den Ausgangspunkt. Ausser den $\frac{3}{3}$ Schneidezähnen und mässig vortretenden Eckzähnen waren $\frac{4 \mid 3}{4 \mid 3}$ Backenzähne vorhanden. Prämolaren einfach, noch wenig entwickelt *(Dichobune, Caenotherium, Xiphodon).* Die Divergenz in Geweihträger und Hohlhörner erfolgte erst weit später, nachdem die Molaren vierlobig geworden und die Specialisirung des Gebisses unter Reduction der oberen Schneidezähne und Complication der Prämolaren wesentlich vorgeschritten war. Mit dem Schwunde der Eckzähne stand das Auftreten der Stirnwaffen in Causalnexus.

Physiologisch und anatomisch charakterisiren sich die jetzt-lebenden selenodonten Paarzeher durch das Wiederkauen und die hierauf bezügliche

[1]) Vergl. besonders G. J. Sundevall, Methodische Uebersicht über die wiederkauenden Thiere. 2 Theile. 1847. Rütimeyer, Beiträge zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche, 1880—1884.

Bildung des Magens. Die Nahrung besteht überall vorzugsweise aus vegetabilischen Substanzen, welche nur geringe Mengen von Eiweissstoffen enthalten und daher in grossen Quantitäten aufgenommen werden müssen. In dieser Beziehung erscheint die Arbeitstheilung zwischen Erwerb und Aufnahme der Nahrung einerseits und Mastification andererseits als eine vortheilhafte, durch Magenbildungen anderer Säugethiere vorbereitete Einrichtung. Das Abrupfen und Eintragen der Nahrung fällt der Zeit nach mit der freien Bewegung, das Kauen und Zerkleinern mit dem Ausruhen zusammen. Die Fähigkeit des Wiederkauens beruht auf dem complicirten Bau des Magens, welcher aus vier, seltener drei eigenthümlich verbundenen Abtheilungen besteht (Fig. 874). Die nur oberflächlich gekaute, grobe Speise gelangt durch die seitliche Oeffnung der Oesophagealrinne, deren wulstige Lippen auseinandertreten, in die erste und grösste sackförmige Magenabtheilung, den Pansen *(Rumen)*. Von hier tritt dieselbe in den kleinen Netzmagen *(Reticulum)* über, welcher als ein kleiner rundlicher Anhang des Pansen erscheint und nach den netzartigen Falten seiner Innenfläche benannt wird. Nachdem die Speise hier durch zufliessende Secrete erweicht ist, steigt sie mittelst eines dem Erbrechen ähnlichen Vorganges durch die Speiseröhre in die Mundhöhle zurück, wird einer zweiten gründlichen Mastification unterworfen und gleitet nun in breiiger Form durch die geschlossene Oesophagealrinne, deren wulstförmige Ränder aneinander gelegt bleiben, in die dritte Magenabtheilung, den Blättermagen oder Psalter *(Omasus)*. Aus diesem kleinen, nach den zahlreichen blattartigen Falten seiner inneren Oberfläche benannten Abschnitt gelangt die Speise in den vierten Magen, den längsgefalteten Labmagen *(Abomasus)*, in welchem die Verdauung unter Zufluss des Secretes der zahlreichen Labdrüsen ihren weiteren Fortgang nimmt. In nur wenigen Fällen, bei dem javanischen Moschusthiere und den *Tylopoden* (Kameel und Lama), fällt der Blättermagen als gesonderter Abschnitt hinweg.

Fig. 874.



Der Magen des Kalbes. *Ru* Pansen (Rumen), *R* Netzmagen (Reticulum), *O* Blättermagen (Omasus), *A* Labmagen (Abomasus), *Oe* Oesophagusende, *OR* Oesophagealrinne, *D* Anfang des Darmes.

Der Uterus ist zweihörnig, die Zitzen liegen in zwei- oder vierfacher Zahl in der Inguinalgegend. Das Junge wird in seiner körperlichen Ausbildung weit vorgeschritten geboren. Mit Ausnahme Neuhollands, wo die Wiederkäuer erst als Zuchtthiere eingeführt wurden, finden sich dieselben über die ganze Erde verbreitet. Sie sind friedliebend und halten heerdenweise zusammen. Leben meist polygamisch.

1. Fam. *Anoplotheriidae*[1]). Dreizehig (ursprünglich vierzehig). Mittelfussknochen getrennt, Wurzelknochen inadaptiv reducirt. Zähne in geschlossener Reihe, die Molaren seleno-bunodont mit fünf Tuberkeln. Die Aussentuberkel zu Halbmonden gestaltet. Die Prämolaren werden nach vorne successive kleiner. Eocän. *Anoplotherium commune* Cuv. Bei den nordamerikanischen *Oreodontiden* (Mittel-Miocän) besitzen die oberen Backenzähne bereits vier echte Monde, und sind auch die Prämolaren bedeutend vervollkommnet.

2. Fam. *Tylopoda (Camelidae)*, Schwielenfüsser, wohl von den *Oreodontiden* abgezweigt. Hornlose Wiederkäuer ohne Afterzehen, mit schwieliger, alle drei Phalangen deckender Sohle hinter den kleinen Hufen. Auch die Zwischenkiefer tragen die beiden seitlichen, in der Jugend sogar alle Schneidezähne, während die Zahl der unteren Schneidezähne um zwei verringert ist. Dazu kommen starke Eckzähne in jedem Kiefer. Gebiss noch ziemlich vollständig. Backenzähne: $\frac{2}{1}\left|\frac{3}{3}\right.$. Magnum und Trapezoideum, ebenso Naviculare und Cuboideum noch getrennt. Blättermagen nicht gesondert. In Amerika durch die Lamas, in der alten Welt durch die Kameele vertreten. In neuerer Zeit sind zahlreiche fossile Formen in Amerika gefunden worden. Die untermiocäne Gattung *Poëbrotherium* Leidy besass noch sämmtliche Incisivi und getrennte Mittelfussknochen. Die Prämolaren hatten einfache Schneiden. Erst bei *Procamelus* ist die Zahl der Schneidezähne auf $\frac{1}{3}$ reducirt, die der Backenzähne aber noch $\frac{4}{4}\left|\frac{3}{3}\right.$. Die Gattung *Auchenia* lebte bereits zur Diluvialzeit auch in Nordafrika.

Camelus L. ausschliesslich der alten Welt angehörig und schon fossil in den Sivalikhügeln. *C. dromedarius* L., Dromedar oder einhöckeriges Kameel, Afrika. Backenzähne: $\frac{3}{3}\,\frac{3}{3}$. *C. bactrianus* L., zweihöckeriges Kameel. Centralasien, Tartarei, Mongolei. *Auchenia* Ill. $\frac{0}{3}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{1}\left|\frac{3}{3}\right.$, durch *Leptauchenia* Leidy und *Pliauchenia* Cope aus dem Miocän Amerikas vorbereitet. *A. glama* L., Lama. *A. huanaco* H. Sm. *A. Alpaco* Gm. *A. vicugna* Gm. Alle an der Westküste Südamerikas.

Fam. *Tragulidae*, Zwergmoschusthiere. Kleine schlanke Wiederkäuer ohne Geweihe, mit stark entwickelten oberen Eckzähnen beim Männchen, mit einfach gebauten Prämolaren und vollständigen Seitenzehen. Der untere Eckzahn gestaltet sich nach Art eines Schneidezahnes. Obere Schneidezähne fehlen. Für die vordere Hälfte der unteren Molaren ist das Vorhandensein kammförmiger Leisten charakteristisch. Schliessen sich im Gebiss und besonders durch die Grösse der Seitenzehen, sowie Trennung der beiden mittleren Metatarsalknochen (*Hyaemoschus* Gray) an miocäne Paarhufer *(Lophiomeryx)* an. Fossile Formen sind *Hyaemoschus crassus* Lart., Miocän. *Tragulus javanicus* Pall., Sundainseln. *Hyaemoschus aquaticus* Olgb., Westküste Afrikas.

Fam. *Cervidae*, Hirsche. Von schlankem Bau, meist mit Geweihen im männlichen Geschlecht und zwei Afterklauen. Häufig finden sich beim Männchen obere Eckzähne, die bei dem echten Moschusthier wurzellos sind und eine bedeutende Grösse erreichen. Backenzähne meist: $\frac{3}{3}\left|\frac{3}{3}\right.$ mit geringer Höhe der Zahnkronen. Lassen sich auf die oligocäne Gattung *Gelocus* zurückführen, deren Bezahnung bereits Hirsch-ähnlich war. An den oberen Molaren war bereits der fünfte Tuberkel geschwunden und die vier gebliebenen zu plumpen Monden gestaltet. Der obere vierte Prämolar fehlte, der untere ist ein einfacher Stift geworden, ebenso ist der untere Eckzahn von der Gestalt eines Schneidezahnes, der obere fast säbelförmig. Dann folgen die miocänen Gattungen *Prodremotherium* Filh. und *Palaeomeryx*

[1]) Durch fossile Reste der Tertiärzeit sind ferner die Familien der *Dichobuniden*, *Caenotheriiden* und *Xiphodontiden* vertreten.

H. v. M., welche letztere sich in einer Reihe grösserer und kleinerer Arten, die der spätern Zeit mit einfachem Geweih, in's Obermiocän fortsetzen. Daneben treten schon im Mittelmiocän echte Hirsche der Gattung *Cervus* auf. Von systematischer Bedeutung erscheint das Geweih, welches mit Ausnahme des Renthiers auf das männliche Geschlecht beschränkt ist; dasselbe ist ein solider Hautknochen, welcher auf einem Knochenzapfen der Stirn *(Rosenstock)* aufsitzt und sich von der kranzförmig verdickten Basis desselben *(Rose)* in regelmässig periodischem Wechsel ablöst, um abgeworfen und erneuert zu werden. Uebrigens dürfte dem Geweihe nicht der Werth als vornehmliches Kennzeichen zur Unterscheidung beizulegen sein, vielmehr ist es den Antilopen und Rindern gegenüber vornehmlich die langgesteckte, mehr cylindrische Schädelform, die Ausdehnung der Nasencavität bei geringer Höhe des Oberkiefers, welche die Cerviden charakterisirt. Die älteren Cerviden waren überhaupt geweihlos, ähnlich wie unter den jetzt lebenden Formen die Gattung *Moschus*. Erst im mittleren Miocän Europas und Amerikas treten Hirsche mit einfach gegabeltem Geweih auf, welchem noch die Rose fehlt (*Palaeomeryx* H. v. M., *Procervulus* Gaudry). Am nächsten steht denselben die schon im Diluvium vertretene Gattung *Cervulus*. Die Cerviden ernähren sich von Laub, Knospen und Trieben. Die Weibchen besitzen vier Zitzen, bringen indess meist nur ein Junges zur Welt. Nur Australien und Südafrika entbehren derselben.

Fig. 875.



Moschus moschiferus, aus Brandt und Ratzeburg.

Moschus L. *(Moschina)*, Moschusthier. Ohne Geweih, mit hauerartig entwickelten Eckzähnen im männlichen Geschlecht und Moschusbeutel zwischen Nabel und Ruthe. *M. moschiferus* L. (Fig. 875). Im Hochgebirge Mittelasiens von Tibet bis Sibirien verbreitet.

Cervulus Blainv. *(Cervulina)*. Mit einfach gabligem Geweih und starken vorragenden Eckzähnen. *C. Muntjac* Temm., Java. Nahe stehen die amerikanischen Spiesshirsche.

Cervus L. *(Cervina)*. Mit verschieden gestaltetem Geweih, oft ohne Eckzähne. Mit Rücksicht auf die geographische Verbreitung erscheint die Thatsache von Interesse, dass bei den amerikanischen Hirschen und dem Rehe *(Capreolus)* die Mittelfussknochen der Afterzehen bei langgestreckter Form die Verbindung mit den oberen Phalangen bewahren, bei den altweltlichen Hirschen, sowie bei dem nordamerikanischen Wapiti dagegen unter bedeutender Reduction dieses nur im oberen Endstück sich erhaltenden Knochens die Verbindung mit den Phalangen verloren geht. Eine Mittelstellung nehmen die circumpolaren Typen des Elchs und Renthieres ein.[1]) *C. (Capreolus) Capreolus* L., Reh. *C. (Cervus) elaphus* L., Edelhirsch. *C. Canadensis* Briss., Wapiti. *C. virginianus* Gm., Nordamerika. *C. axis* Erxl., Ostindien. *C. campestris* Cuv., Pampashirsch. *C. (Dama) vulgaris* Brookes, Damhirsch. *Megaceros hibernicus* O. *(euryceros)*, diluvialer Riesenhirsch. *C. (Alces) palmatus* Klein. = *C. alces* L., Elch. Im nördlichen Europa, Russland, Nordamerika. *C. (Rangifer) tarandus* H. Sm., Renthier. In beiden Geschlechtern mit Geweihen, welche zahl-

---

[1]) Brooke, On the classification of the Cervidae. Proc. Zool. Soc., 1878.

reiche breit auslaufende Zacken tragen. Zur Diluvialzeit weit über Europa verbreitet, gegenwärtig nur nordisch. Zug-, Last- und Reitthier der Lappländer.

Fam. *Camelopardalidae*, Giraffen. Mit sehr langem Hals, langen Vorderbeinen, weit kürzeren Hinterextremitäten und deshalb nach hinten abschüssigem Rücken. Zwei geweihartige Erhebungen der Stirn, vom Fell bekleidet, entsprechen Hautverknöcherungen, werden jedoch nicht gewechselt und verwachsen nie mit dem Stirnbeine. Fossile Formen sind in Asien und Europa gefunden, von wo aus die Ueberwanderung nach Afrika erfolgt sein dürfte. *Helladotherium* Gaudry, im Pliocän. *Sivatherium* Falc. und Cautl., Sivalikschichten Indiens, mit zwei Stirnzapfen. *Camelopardalis giraffa* Gm. In bewaldeten Ebenen des inneren Afrika. *C. attica* Gaudry, im obern Miocän von Pikermi.

Fam. *Cavicornia*, Hornthiere. Theils schlanke, theils plump gebaute Wiederkäuer ohne Eckzähne, mit $\frac{3}{3}\Big|\frac{3}{3}$ Backzähnen und Hohlhörnern in beiden Geschlechtern. Die ältesten Wiederkäuer mit Hohlhörnern finden sich im Obermiocän (*Antilope Cordieri* Christ.). Den Hirschen gegenüber zeigen sie sowohl im Gebisse als im Extremitätenbau weitergreifende Specialisirungen. Die Caninen und der vierte Prämolar fallen hinweg und die Krone der Molaren ist verhältnissmässig höher. Der Hornbildung liegen bleibende, von Höhlungen durchsetzte Knochenfortsätze der Stirnbeine zu Grunde, welche von einem überaus verschieden gestalteten Hohlhorne, dem aus Hornschichten zusammengesetzten Producte der Epidermis, eingescheidet sind. Die Hohlhörner werden sich mit den Cerviden auf gemeinsame tertiäre Stammformen zurückführen lassen. Schon im Miocän finden sich Antilopen, welche schwer von den Cerviden abzugrenzen sind. Nach Cope sind *Dicroceras (Palaeomeryx)* und *Antilocapra* durch die gegabelten Hörner und die haarige Hautbedeckung der unreifen Hornscheide verwandt. An den Backenzähnen sind die Zahnkronen im Vergleiche zu den Cerviden hoch und stark. Alle leben gesellig und meist in Polygamie.

Subfam. *Antilopinae*. Mit langgestrecktem, horizontal gelagertem Scheitelbein. *Antilocapra americana* Ow., Gabelgemse. *Antilope dorcas* Licht., Gazelle, Afrika. *A. euphore* Forsk., Springbock, südliches Afrika. *Saiga saiga* Wagn., Steppen Asiens. *Hippotragus equinus* Geoffr., Blaubock, Südafrika. *H. oryx* Blainv. *H. addax* Wagn., Afrika. *Strepsiceros Kudu* Gray, Afrika. *Bubalis pygarga* Sundv., Buntbock, Südafrika. *Catoblepas gnu*, Gnu, südafrikanische Ebenen. *Rupicapra rupicapra* Pall., Gemse, Pyrenäen und Alpen.

Subfam. *Ovinae*. *Ovis aries* L., das zahme Schaf, in zahlreichen Racen (deutsches Schaf, Haideschnucke, Merino, Zackelschaf, Fettschwanz) über die ganze Erde verbreitet (eine Race schon zur Steinzeit gezähmt). Mehrfach hat man den Mouflon, *O. musimon* Schreb. und den im nördlichen und mittleren Asien lebenden Argali, *O. argali* Pall. als die wilden Stammarten angesehen. *Ovibos moschatus* Blainv., Moschusochs aus Nordamerika, während der Eiszeit bis Frankreich verbreitet.

Capra ibex L., Steinbock der Alpen. *C. aegagrus* L., Bezoarziege, Kaukasus. *C. hircus* L., Hausziege, in zahlreichen Arten überall verbreitet.

Subfam. *Bovinae*. Die Hornzapfen erheben sich am äussersten Theil des hinteren Stirnbeinrandes, von welchem aus das Scheitelbein nach hinten steil abfällt. In fossilen Resten vom Diluvium bis zum Pliocän gefunden.

Bubalus (Bubalina) A. Wagn., Büffel. Stirn kurz gewölbt, Hörner an der Basis comprimirt. *B. caffer* L. *B. buffelus* L., Indien. Pleistocän sind: *B. antiquus* Gerv. und *sivalensis* Rütim. *Probubalus* Rütim. (*Hemibos* Falc.) *celebensis*, Anoa. Fossil: *Pr. triquetricornis* Falc.

Bibos (Bibovina). Stirn kurz mit hoch entspringenden Hörnern. *B. grunniens* L., Yak, Tibet, Mongolei. *B. gaurus* Evans, Gauer, Ostindien. *B. indicus* L., Zebu. *B. sondaicus* Müll. Schl., Banting. *B. gravaeus* Evans, Gayal, Bengalen. *B. etruscus* Falc., Pliocän.

Bison Sundev. *(Bisontia)*. Die gewölbte Stirn breiter als lang, Hörner vor der Stirnscheitelbeinleiste entspringend. *B. europaeus* Ow., Wisent, mit Unrecht Auerochs genannt. Früher im mittleren Europa weit verbreitet, gegenwärtig auf einen Fichtenwald im Bezirk Zelentscheik im Kaukasus und auf den Wald von Bialowicza beschränkt, hier von der

russischen Regierung als Wild gehegt. Fossile Arten sind: *B. priscus* Boj., im Diluvium Europas, und *B. sivalensis* Falc., Pliocän. In Amerika lebt *B. americanus* Gm.

Bos L. *(Taurina).* Stirn flach und lang. Die an der Basis nur wenig verdickten Hörner entspringen seitlich an der Stirnscheitelbeinleiste. Scheitelbein steil nach hinten abfallend. *B. planifrons* Lyd., *B. nomadicus* Falc., Pliocän. *B. primigenius* Boj., Urochs, diluvial, lebte noch zu Cäsar's Zeiten in Deutschland (im Nibelungen-Liede als „Ur" bezeichnet), im Chilligham-Park halbwild noch erhalten. Cuvier betrachtete denselben als Stammform des Hausrindes, *B. taurus* L., und in der That kann kein Zweifel sein, dass das Holsteiner oder Friesländer Rind auf *B. primigenius* zu beziehen ist. Nun hat aber Rütimeyer nachgewiesen, dass noch eine zweite, schon im Diluvium existirende Art *B. brachycerus* Ow. als Stammart des domesticirten Rindes (Torfkuh) anzusehen ist. Brachycephale Racen, wie sie in dem Duxer und Zillerthaler Rind auftreten, sind nicht etwa vom Wisent abzuleiten, sondern auf Mopsbildungen zurückzuführen.

6. Ordnung. **Sirenia, Seekühe.**

Wasserlebende Säugethiere mit flossenförmigen, im Ellbogengelenk beweglichen Vordergliedmassen, herbivorem Gebiss, ohne hintere Extremitäten.

Die Sirenen gleichen in ihrer Erscheinung den Walen, weichen von denselben jedoch in so zahlreichen wesentlichen Charakteren ab, dass die Uebereinstimmung in der dem Wasseraufenthalt angepassten Körperform auf convergente Entwicklung zurückgeführt werden muss. Der spindelförmige Leib mit seiner dicken, spärlich beborsteten Haut, den aufgewulsteten Lippen und dem gesonderten Hals endet mit mässig breiter, horizontaler Flossenverbreiterung. Die grossen Brustflossen sind im Ellbogengelenk beweglich, ihre fünffingerige Hand zeigt Spuren von Nägeln. Die Gestaltung der Kopfknochen ist eine andere als bei den Walen und mehr an die der Hufthiere anschliessend, in gleicher Weise das Gebiss und die innere Organisation. Auch besteht für die Schneidezähne ein Zahnwechsel. Die Backenzähne haben eine flache Krone und sind stets in beiden Kiefern wohl entwickelt. Eckzähne fehlen. Dagegen finden sich zuweilen im Oberkiefer hauerartige Vorderzähne (Dugong), während die unteren Vorderzähne frühzeitig ausfallen. Die Nasenöffnungen bewahren die normale Lage vorne über der aufgewulsteten Schnauze. Die Milchdrüsen sind brustständig.

Fossile Sirenen finden sich schon im Eocän (*Prorastomus, Halitherium* Kaup.), mit ähnlichem herbivoren Gebiss, aber mit minder reducirtem Becken, in dessen Gelenkpfanne noch ein Rest des Femur haftete. Die Abzweigung von den Ungulaten dürfte auch weit in die Vor-Tertiärzeit zurückreichen, zu welcher Zeit die Extremitäten noch mit fünf freien Zehen endeten und die Specialisirung des Gebisses noch nicht begonnen hatte.

Die gegenwärtig lebenden Sirenen nähren sich an der Meeresküste von Pflanzen und Seegras, steigen auch weit in die Flussmündungen.

Fam. *Sirenia,* Sirenen. *Manatus australis* Tils., amerikanischer Manati, Mündungen des Orinoco und Amazonenstromes. *M. senegalensis* Desm., afrikanischer Manati, an den Küsten Westafrikas. *Halicore indica* Desm., Dugong, Indischer Ocean und rothes Meer. *Rhytina Stelleri* Cuv., Borkenthier. Gegenwärtig ausgestorben, noch im vorigen Jahrhundert Bewohner der Behringstrasse.

7. Ordnung. **Proboscidea, Rüsselthiere.**

Vielhufer mit langem, als Greiforgan fungirendem Rüssel, ohne Eckzähne, mit zusammengesetzten Backenzähnen und Stosszähnen im Zwischenkiefer.

Die dicke Haut erscheint durch Falten gefeldert und nur spärlich mit Haaren besetzt, die sich an dem Schwanze zu einem Haarbüschel häufen. Der Kopf ist kurz und hoch, durch Höhlen in den Stirn- und Parietalknochen aufgetrieben, mit überaus verkürzten und hohen Kiefern und mit langem beweglichen Rüssel. Das Hinterhaupt fällt steil, fast senkrecht ab. Besonders mächtig sind die senkrecht gestellten Zwischenkiefer mit ihren grossen wurzellosen Stosszähnen. Bei den Mastodonten waren auch im Unterkiefer zwei Schneidezähne entwickelt, welche im weiblichen Geschlechte früh ausfielen, beim Männchen sich dagegen als Stosszähne erhielten. Eckzähne fehlen. Backenzähne finden sich je nach dem Alter, meist nur einer oder zwei in jedem Kiefer und sind aus zahlreichen parallel hintereinander gestellten Zahnplatten zusammengesetzt. Bei der Gattung *Elephas* sind diese Platten durch Cement verbunden und zeigen auf der Kaufläche quere rhombische, von Schmelzsubstanz umfasste Felder. Bei den *Mastodonten* fehlt das Cement, und erheben sich auf der Kaufläche zitzenförmige Höcker, welche paarig auf Querjochen stehen. Die Krone ist relativ sehr hoch und wächst sehr lang, die Wurzel ist kurz. Nach Owen gelangen im Ganzen drei Prämolaren und ebensoviele Molaren zur Entwicklung, doch sind niemals mehr als drei, gewöhnlich nur zwei Backenzähne gleichzeitig vorhanden, indem die hinteren, an Grösse und Zahl der Lamellen zunehmenden Zähne erst hervortreten, nachdem die vorderen ausgefallen sind. Anfangs hat jede Kieferhälfte einen Backenzahn, hinter dem sich bald ein zweiter entwickelt, später fällt der vordere abgenutzte aus, nachdem ein neuer Zahn hinter dem zweiten entstanden ist.

Die nicht sehr hohen walzenförmigen Extremitäten enden mit fünf bis auf die kleinen Hufe verbundenen Zehen. Die Weibchen haben einen zweihörnigen Uterus und zwei brustständige Zitzen, die Placenta ist gürtelförmig. Die Thiere leben in Heerden zusammen und bewohnen feuchte, schattige Gegenden im heissen Afrika und Indien. Die hohen geistigen Fähigkeiten machen den Elephanten zu einem zähmbaren, äusserst nützlichen Thiere, das schon im Alterthume zum Lasttragen, auf der Jagd und im Kriege verwendet wurde.

Die ältesten Proboscideen sind (neben den Dinotherien) die im Miocän auftretenden *Mastodonten*, welche sich in der neuen Welt länger und (Ohiothier, *M. giganteum*) bis zur Diluvialzeit erhielten. Im Bereiche der alten Welt bereiteten die Mastodonten des späteren Miocän durch Cementbildung in den Vertiefungen zwischen den dachförmigen Erhebungen der Molaren-Querjoche die Zähne von *Elephas* vor. Von dieser Gattung sind die ältesten Formen im oberen Miocän (Sivalikhügel) gefunden worden, denen sich pliocäne (Arnothal) und diluviale Arten anschliessen. *E. meridionalis, E. priscus* Goldf., *E. antiquus* Falc. (England). Der diluviale Elephant, welcher sich am längsten erhielt

und von dem Cadaver mit Haut und Haaren im Eise Sibiriens gefunden wurden, ist das Mammuth, welches bis in das mittlere Europa weit verbreitet war.

Zu den Proboscideen ist auch die miocäne Gattung *Dinotherium*[1]) Kp. zu stellen. Am Gebiss fehlen Schneidezähne im Zwischenkiefer, während zwei grosse, nach unten gekrümmte Stosszähne im Unterkiefer sitzen. Backenzähne: $\frac{2}{2}\Big|\frac{3}{3}$ mit drei oder zwei Querjochen. Milchgebiss mit je drei Prämolaren. *D. giganteum* Kp. Tertiär bis zum Obermiocän.

Fam. *Elephantidae*. *Elephas indicus* Cav. Querfelder der Backenzähne schmal bandförmig, mit fast parallelen, fein gefalteten Rändern. Kopf sehr hoch, mit concaver Stirn und relativ kleinen Ohren. Erreicht eine Höhe von 10—12 Fuss. Indien und Ceylon. Der Elephant von Sumatra soll nach Temmink einer besonderen Art angehören *(E. sumatranus)*. *E. primigenius* Blumb., Mammuth. Diluvial. *E. (Loxodon) africanus* Blumb. Querfelder der Backzähne rautenförmig, minder zahlreich. Schädel minder hoch. Ohren sehr gross. Mittel- und Südafrika. *Mastodon giganteum* Cuv., Ohiothier. Diluvial in Nordamerika.

8. Ordnung. **Lamnungia**[2]), **Klippschliefer.**

Kleine Vielhufer mit Nagethier-ähnlichem Gebiss, vierzehigen Vorder- und dreizehigen Hinterfüssen.

Kleine, dem Bobak ähnliche Thiere, welche in ihrem Zahnbau an die Nager erinnern und in der Bildung der Füsse mit den Tapiren Aehnlichkeit haben, jedoch im Carpus noch ein Centrale besitzen und in der Articulation des Astragalus und Calcaneus die Gestaltung der Condylarthra erhalten haben. Auch die Articulation des Astragalus mit der Fibula weist auf ein sehr altes Verhalten hin. Im Gebisse fehlen die Eckzähne; von den Schneidezähnen sind nur zwei im Zwischenkiefer übrig geblieben, von welchen der eine früh verloren geht, der andere, wie der gegenüberstehende des Unterkiefers, wurzellos bleibt und eine bedeutende Grösse erlangt. Vorder- und Hinterfläche dieses Zahnes haben Schmelzbekleidung. Die sieben Backenzähne sind verhältnissmässig wenig specialisirt und schliessen sich am nächsten denen der Rhinoceriden an. Der vierte Prämolar fehlt jedoch schon bei den meisten Arten (*H. arboreus* ausgenommen), und der erste hat die Gestaltung der Molaren angenommen. Der Körper ist dicht behaart, gestreckt, mit sehr zahlreichen (20) Dorsolumbalwirbeln, die Vorderfüsse vierzehig, die hinteren dreizehig, mit ebensoviel kleinen Hufen versehen. Nur die innere Zehe des hinteren Fusses trägt eine Kralle; die Placenta ist gürtelförmig. Sie sind von den alten, den Condylarthra vorausgehenden *Protungulata* abzuleiten.

Fig. 876.



Hyrax syriacus (règne animal).

[1]) Weinsheimer, Ueber Dinotherium giganteum Kaup. Berlin 1883.

[2]) Vergl. R. Owen, On the Anatomy of Hyrax capensis. London 1832. Ferner: E. Home, Cope etc.

Hyrax. Gebiss: $\frac{1}{2}\,\frac{0}{0}\,\frac{4}{4}\,\Big|\,\frac{3}{3}$. *H. capensis* Schreb., Daman. *H. syriacus* Schreb. (Fig. 876), vielleicht der Saphan des alten Testaments, bewohnt steinige Wüsten in grösseren Gesellschaften.

9. Ordnung. **Rodentia** [1]) = **Glires, Nagethiere.**

Kleine Säugethiere mit Nagethiergebiss (mit $\frac{1}{1}$ meisselförmigen Schneidezähnen, ohne Eckzähne, mit 3 bis 6 schmelzfaltigen Backenzähnen) und freien, meist bekrallten Zehen.

Die Nager bilden eine sehr Arten-reiche Gruppe kleiner, meist rasch beweglicher Säugethiere, welche an der Bildung des Gebisses leicht erkannt werden, obwohl sie in der Körperform oft an Insectenfresser erinnern. Sie sind vorwiegend Sohlenläufer mit frei beweglichen Zehen, die meisten mit Krallen, nur wenige mit Kuppnägeln oder gar hufähnlichen Nägeln bewaffnet. Alle nähren sich von vegetabilischen, meist harten Stoffen, insbesondere Stengeln, Wurzeln, Körnern und Früchten, und nur wenige leben omnivor. Dieser Ernährungsart ist die Gestaltung des Gebisses angepasst, welches einen der Arterhaltung besonders günstigen Typus zu repräsentiren scheint, der in ganz ähnlicher Form von Säugethieren verschiedener Gruppen (*Phascolomys, Chiromys, Hyrax, Toxodon, Tillodontia*) in convergenter Entwicklung erworben wurde. Dasselbe (Fig. 877) besitzt zwei grosse meisselförmige, etwas gekrümmte Schneidezähne, die nur an ihrer Vorderfläche mit Schmelz überzogen sind. Die hintere Fläche derselben nutzt sich daher durch den Gebrauch rasch ab, umsomehr, als die Einrichtung des schmalen, seitlich comprimirten Kiefergelenkes während des Kaugeschäftes die Verschiebung des Unterkiefers von hinten nach vorne nothwendig macht. In dem Maasse der Abnutzung schiebt sich der wurzellose, beständig wachsende Zahn vor. Die von den Schneidezähnen durch eine weite Lücke getrennten Backenzähne besitzen meist quergerichtete Schmelzfalten und nur im Falle omnivorer Lebensweise eine höckerige Oberfläche. Treten sie in Wirksamkeit, so zieht das Thier den Unterkiefer so weit zurück, dass die Reibung der Schneidezähne vermieden wird, schiebt aber beim Kauen, der Lage der Querleisten entsprechend, den Unterkiefer in der Longitudinalrichtung vor. Die Zahl der Prämolaren ist verschieden, manchen fehlen sie ganz, und damit fällt zugleich der Zahnwechsel hinweg (*Mus, Hydromys*). Molaren sind meist $\frac{3}{3}$ vorhanden, am grössten bei *Lepus*

Fig. 877.

Schädel von *Cricetus vulgaris*, nach Giebel (Bronn's Classen und Ordnungen).

[1]) Ausser Pallas, Brandt, Peters etc. vergl. G. R. Waterhouse, A natural history of the Mammalia. Vol. II. Rodentia. London 1838. T. Rymes Jones, Rodentia. Todd's Cyclopaedia of Anat. etc., 1852. Vergl. ferner M. Schlosser, Palaeontographica, 1884.

$\frac{3}{2}$, bei *Sciurus* $\frac{2}{1}$, bei *Castor* $\frac{1}{1}$. Wahrscheinlich sind dieselben im Oberkiefer aus trituberculären, im Unterkiefer aus tubercular-sectorialen Zähnen abzuleiten, wie ja auch die den Nagethieren nahestehenden fossilen *Tillodonten* diesen Zahntypus zeigen.

Die Nagethiere bilden eine ausserordentlich vielgestaltige, nach Aufenthalt und Bewegungsart überaus divergirende Gruppe, von welcher manche Typen über die ganze Erde verbreitet sind.

Viele Nager äussern Kunsttriebe, indem sie Nester bauen, complicirte Höhlungen und Wohnungen graben und Wintervorräthe anhäufen. Letztere besitzen meist Backentaschen. Einige verfallen zur kalten Jahreszeit in einen tiefen Winterschlaf, andere stellen in grossen Schaaren Wanderungen an. Sie gebären zahlreiche Junge, einige in vier bis sechs Würfen des Jahres, und besitzen demgemäss eine grosse Zahl von Bauch- und Brustzitzen. Uterus meist vollständig getheilt, Fruchtkuchen scheibenförmig. Fossile Reste finden sich bereits im Eocän, reicher werden dieselben im Pliocän und ganz besonders im Diluvium, welches eine grosse Zahl jetzt lebender Arten enthält.

Fam. *Leporidae,* Hasen. Mit langen Ohren, kräftigen Hintergliedmassen und kurzem Schwanz. Gebiss: $\frac{2}{1}\,\frac{0}{0}\,\frac{5\ (6)}{6\ (6)}$. Im Zwischenkiefer stehen zwei hintere accessorische Schneidezähne *(Duplicidentata). Lepus timidus* L., Hase. *L. variabilis* Pall., Alpenhase. *L. cuniculus* K., Kaninchen. *Lagomys alpinus* F. Cuv., Alpenpfeifhase von kaum Fusslänge, in Sibirien. *L. princeps* Richards., Felsengebirge. Fossile Reste treten im Diluvium auf, der älteste gehört dem Ober-Miocän an *(Titanomys).*

Fam. *Subungulata,* Halbhufer. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. Die Füsse besitzen nackte Sohlen und enden vorne mit vier, hinten meist mit drei Zehen, welche hufähnliche Nägel tragen. Gegenwärtig auf Südamerika beschränkt. *Cavia aperea* L., Aperea, in Brasilien und Paraguay. *C. cobaya* Schreb., das zahme Meerschweinchen. In der wilden Stammform unbekannt. *Coelogenys Paca* L., Brasilien (Fig. 878). *Dasyprocta aguti* L., Goldhase. *Hydrochoerus capybara* Erxl., das Wasserschwein, von vier Fuss Länge, das grösste aller lebenden Nagethiere.

Fig. 878.



Coelogenys Paca (règne animal).

Fam. *Hystricidae,* Stachelschweine. Mit kurzer, stumpfer Schnauze und Stacheln auf der Rückenseite des Körpers. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. *Cercolabes prehenselis* L., der Kuandu, Brasilien. *Erethizon dorsatus* L., Nordamerika. *Hystrix cristata* L., Stachelschwein, Italien und Spanien. Auch im Diluvium. *H. primigenia* Gaudry, Ober-Miocän.

Fam. *Octodontidae,* Trugratten oder Schrotmäuse. *Octodon Cumingii* Benn., Strauchratte, Chili. *Myopotamus coypus* Geoffr., Coypu oder Schweifbiber. Von Brasilien bis Patagonien verbreitet.

Fam. *Lagostomidae,* Hasenmäuse = Chinchillen. Haben wie die Hasen kräftig verlängerte Hinterfüsse. Gehören Südamerika an. *Eriomys lanigera* Benn., Chinchilla, in Chili.

Lagidium Cuvieri Wagn., Hasenmaus, Chili. *Lagostomus trichodactylus* Brookes, Viskatscha oder Pampashase.

Fam. *Dipodidae,* Springmäuse. Mit sehr langen, zum Sprunge dienenden Hinterbeinen, an denen die Mittelfussknochen zu einem Laufe verschmolzen sind, und mächtigem, meist bequastetem Springschwanz. Steppenbewohner. *Jaculus labradorius* Wagn., Hüpfmaus. *Dipus aegypticus* Hempr., Ehrnb., Wüstenspringmaus, Arabien. *D. sagitta* Schreb., Aralsee. *Pedetes caffer* Ill., Springhase, Südafrika.

Fam. *Muridae,* Mäuse. Backenzähne: $\frac{3}{3}$. Langgestreckte schlanke Nager mit spitzer Schnauze, mit grossen Augen und Ohren, und langem, bald behaartem, bald schuppig geringeltem Schwanze. Bieten in der Körpergestalt zahlreiche Modificationen. *Cricetus frumentarius* Pall., Hamster. Mit inneren Backentaschen. Bant unterirdische Gänge und Kammern, in denen er Wintervorräthe anhäuft, und hält einen kurzen Winterschlaf. Wird Getreidefeldern sehr schädlich. *Cricetodon* Lart., Mittel-Miocän. *Mus rattus* L., Hausratte, erst im Mittelalter bei uns eingewandert, gegenwärtig von der Wanderratte verdrängt, aber in Amerika eingebürgert. *M. decumanus* Pall., Wanderratte, Schiffsratte. *M. musculus* L., Hausmaus. *M. sylvaticus* L., Waldmaus. *M. minutus* Pall. *(pendulinus),* Zwergmaus. *Hydromys chrysogaster* Geoffr., Biberratte Neuhollands.

Fam. *Arvicolidae,* Wühlmäuse. Von plumper Gestalt, mit dickem, breitem Kopf, wurzellosen Backenzähnen, kurzen behaarten Ohren und Schwanz. *Arvicola amphibius* L., Wasserratte. *A. arvalis* Pall., Feldmaus. *A. agrestis* L., Erdmaus. *Hypudaeus glareolus* Schr., Waldwühlmaus. *Myodes lemmus* L., Lemming, auf hohen Gebirgen Norwegens und Schwedens, bekannt durch die Wanderungen, welche diese Thiere in ungeheuren Schaaren vor dem Ausbruch der Kälte unternehmen. Auch im Diluvium verbreitet. *M. torquatus* Ks. Bls., Sibirien. *Fiber zibethicus* L., Zibethmaus, Ondatra, Nordamerika.

Fam. *Georhychidae,* Wurfmäuse, mit kurzen fünfzehigen Grabfüssen. *Spalax typhlus* Pall., Blindmaus, im südöstlichen Europa. *Georhychus capensis* Pall., Erdgräber.

Fam. *Castoridae,* Biber. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. Grosse plumpe Nager mit plattem, beschupptem Ruderschwanz. Hinterfüsse mit Schwimmhaut. Zwei das Bibergeil *(Castoreum)* absondernde Drüsensäcke münden in die Vorhaut ein. *Castor fiber* L., der gemeine Biber, Europa, Nordamerika. Diluvial und pliocän.

Fam. *Myoxidae,* Schläfer. Backenzähne: $\frac{4}{4}$. Zierliche Nager, Verbindungsglieder der Mäuse und Eichhörnchen. Halten einen tiefen Winterschlaf. *Myoxus Glis* Schreb., Siebenschläfer. *M. (Muscardinus) avellanarius* L., Haselschläfer. *M. (Eliomys) nitela* Schreb., Gartenschläfer oder grosse Haselmaus, Mitteleuropa. Fossil ist *M. Parisiensis* Cuv.

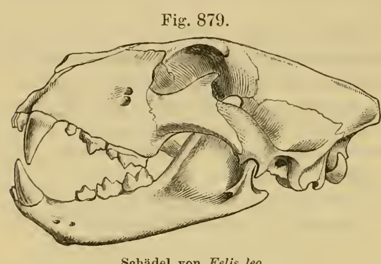
Fam. *Sciuridae*, Eichhörnchen. Backenzähne: $\frac{4-5}{4}$. *Sciurus vulgaris* L., in Europa und im nördlichen Asien. *Tamias striatus* L., Backenhörnchen, Sibirien. *Pteromys volans* L., Flughörnchen, Sibirien. *Spermophilus Citillus* L., Ziesel, im östlichen Europa. *Arctomys marmota* Schreb., Murmelthier, Alpen. Versinkt in einen tiefen Winterschlaf, der wohl sieben Monate währt. Zur Diluvialzeit weit verbreitet. *A. bobac* Schreb. Boban, Steppenmurmelthier, Polen. *A. primigenia* Kaup., Ober-Miocän. Fossile Gattungen sind: *Plesiarctomys* Brav., aus dem Ober-Eocän. *Sciuravus* Marsh, Eocän Amerikas. *Cynomys ludovicianus* Wagn., Prairiehund, Nordamerika.

10. Ordnung. **Carnivora**[1]) = **Ferae, Raubthiere.**

Fleischfressende Säugethiere mit Raubthiergebiss, ohne oder mit rudimentärem Schlüsselbein und mit starkbekrallten fünf- und vierzehigen Füssen.

Die Raubthiere, welche von den fossilen *Creodonten* abstammen und von deren jüngeren Gliedern nicht scharf gesondert werden können, unterscheiden sich von den Insectivoren vornehmlich durch das Gebiss (Fig. 879). Dieses enthält alle drei Arten von Zähnen, zunächst oben und unten drei einwurzelige kleine Schneidezähne und zu deren Seiten einen langen konischen spitzen Eckzahn, sodann eine Anzahl von Backenzähnen, die in *Lückenzähne (D. spurii)*, einen *Reisszahn (D. sectorius)* und *Mahlzähne (D. molares)* unterschieden werden. Die Differenzirung des Gebisses war von den *Creodonten* an auf die Ausbildung eines einzigen grossen und wirksamen Reisszahnes gerichtet, während die übrigen Molaren eine immer grössere Reduction in Zusammensetzung und Zahl erfuhren. Die Lückenzähne sind sämmtlich Prämolaren, der Reisszahn des Oberkiefers entspricht dem hintersten Prämolaren, dagegen ist der untere Reisszahn der vorderste Molar. An dem erstern ist der ursprüngliche Innenhöcker sehr klein geworden und weit nach vorne gerückt, während der ursprüngliche und der secundäre Aussenhöcker als mächtige Zacken wie eine geöffnete Scheere vorstehen. Am untern Reisszahn sind der Innenzacken und Talon geschwunden, Aussenzacken und Vorderzacken scheerenförmig entwickelt. Niemals finden sich, wie bei den Insectivoren, prismatische Molaren mit nadelförmigen Spitzen der Krone. Am schwächsten erweisen sich die scharfkantigen und comprimirten Lückenzähne. Die mehrwurzeligen Mahlzähne, besonders in ihrem vordern Theil und Talon reducirt, besitzen stumpfhöckerige Kronen und variiren in Grösse und Zahl.

Fig. 879.



Schädel von *Felis leo.*

Die Reduction derselben beginnt mit dem Ausfall des letzten Molaren im Oberkiefer $\left(\textit{Amphicyon}, \text{ Stammform der Bären } \frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{4}\right)$, dann folgt in gleicher Weise der Ausfall des gegenüberstehenden unteren Molaren

[1]) Temminck, Monographies de Mammalogie. Paris 1827. T. Bell, „Carnivora“ in Todd's Cyclopaedia etc., 1836. Vergl. ferner Filhol, Recherches sur les Phosphorites du Quercy etc. Annales des sciences géologiques, Tom. VII, VIII, sowie Th. Huxley, Cranial and dental characters of the canidae. Proc. Zool. Soc., 1880. A. Gaudry, Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires. Paris 1878. Lydekker, Siwalik and Narbada Carnivora. Mém. Geol. Survey of India. Vol. II, 1884. Siwalik Mammalia. Suppl. I. Ebend. Vol. IV, I, 1886.

$\left(\textit{Arctocyon}\ \frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{3}{3}\right)$. Indem ferner der zweitletzte obere Molar hinwegfällt, reducirt sich das Gebiss bei den *Ursiden* und *Caniden* auf $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{2}{3}$ Zähne. Bei den *Viverriden* fehlt auch der zweitletzte Molar des Unterkiefers. Nun reduciren sich aber auch Prämolaren, indem zunächst der erste Prämolar des Unterkiefers, dann auch der entsprechende des Oberkiefers ausfällt, während die zurückgebliebenen Molaren von hinten nach vorne in der Rückbildung weiter vorschreiten. So erhalten wir für die Musteliden die Gebissformeln: *Mustela* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{4}\Big|\frac{1}{2}$, *Lutra* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{3}\Big|\frac{1}{2}$, *Putorius* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\Big|\frac{1}{2}$; und endlich für die Feliden: *Hyaena* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{4}{3}\Big|\frac{1}{1}$, *Felis* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{2}\Big|\frac{1}{1}$ und den diluvialen *Machairodus* $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{2}{2}\Big|\frac{1}{1}$. Und noch gegenwärtig ist die Tendenz zur Rückbildung an der früheren Hinfälligkeit einzelner rudimentär gewordener Prämolaren und Molaren (Hund, erster Prämolar des Unterkiefers) bei zahlreichen Gattungen nachweisbar. Aber auch die Incisivi können bei dem auf das Minimum reducirten Gebiss vermindert sein $\left(\textit{Eusmilus}\ \frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{1}\Big|\frac{1}{1}\right)$.

Die äussere Form des Schädels in Verbindung mit der grösseren oder geringeren Kieferlänge, der hohe Kamm des Schädels zum Ansatze und die mächtige Krümmung der Jochbogen zum Durchgang der kräftigen Beissmuskeln, die quere Gelenkgrube des Schläfenbeins, sowie der walzenförmige Gelenkkopf des Unterkiefers, welcher nur eine einfache ginglymische Bewegung gestattet und Seitenbewegungen beim Aufeinanderklappen der Kiefer ausschliesst, erweisen sich den Einrichtungen des Gebisses parallel, wie sie auch schon bei den Creodonten bestanden haben.

An den Extremitäten bleiben Radius und Ulna, Tibia und Fibula stets getrennt. Carpalien und Metacarpalien, ebenso Tarsalien und Metatarsalien tendiren zu einer möglichst innigen Verbindung, daher Verschmelzung des Centrale mit dem Scaphoid und dichter Anschluss von Astragalus und Calcaneus. Die vorderen Extremitäten enden überall mit fünf, die hinteren mit vier freibeweglichen Zehen, welche mit starken schneidenden Krallen (einem Hilfsapparate für das Gebiss) bewaffnet sind und an den Vordergliedmassen auch zum Ergreifen der Nahrung gebraucht werden. Nur wenige, wie die Bären, sind wahre Sohlengänger, indem sie mit der ganzen Sohle des Fusses den Boden berühren, andere, wie die Zibethkatzen, treten nur mit dem vorderen Theile der Sohlen, den Zehen nebst Mittelfuss auf und sind Halbsohlengänger und durch die einziehbaren Krallen ausgezeichnet; die behendesten Raubthiere dagegen, wie die Katzen, sind Zehenläufer (Fig. 844). Der Uterus ist zweihörnig, die Placenta ring- oder gürtelförmig. Den meisten kommen eigenthümliche Analdrüsen zu, welche einen intensiven Geruch

verbreiten. Die Verbreitung der Raubthiere erstreckt sich, Neuholland ausgenommen, über die ganze Welt. Fossile Reste finden sich bereits in den eocänen Tertiärschichten sowohl der alten als neuen Welt, und zwar in grossem Reichthum Caniden- und Ursiden-ähnlicher Formen.

Fam. *Canidae,* Hunde. Zehenläufer mit nicht zurückziehbaren Krallen der meist fünfzehigen Vorderfüsse und vierzehigen Hinterfüsse. *Canis lupus* L., Wolf. Gebiss: p . $\frac{4}{4}$ m . $\frac{2}{3}$. = L . $\frac{3}{4}$, R . $\frac{1}{1}$, H . $\frac{2}{2}$. In Europa, besonders in Norwegen und Schweden, sowie in Asien. *C. latrans* Sm., Prairiewolf. *C. aureus* L., Schakal. *C. familiaris* L., Haushund (*cauda sinistrorsum recurvata* L.), nur im gezähmten oder im verwilderten Zustand in zahlreichen Racen bekannt, die sicherlich von mehr als einer wilden Stammart herzuleiten sind. *C. vulpes* L., Fuchs. *C. lagopus* L., Eis- oder Polarfuchs, im Sommer grau, im Winter weiss. *Otocyon caffer* Licht., Löffelhund. Fossile Reste finden sich im Diluvium Europas, sowie in Südamerika. Miocän ist: *Amphicyon* Lact., mit $\frac{3}{4}$ stark verwickelten Molaren und plantigrader Fussgestaltung zu den Bären hinleitend.

Fam. *Ursidae,* Bären-artige Raubthiere. Sohlengänger von plumper Körpergestalt, mit gestreckter Schnauze und breiten, meist ganz nackten Sohlen der fünfzehigen Füsse. Haben mit den Caniden gemeinsamen Ursprung und sind von jenen im Untermiocän noch nicht scharf getrennt. Gebiss: p . $\frac{4}{4}$, m . $\frac{2}{3}$. Lückenzähne viel kleiner, Höckerzähne weit grösser als bei Canides. *Ursus* L., Bär. Von plumpem Körperbau mit sehr kurzem Schwanz. Die beiden mittleren Prämolaren fallen ziemlich gleichzeitig früh aus. *U. maritimus* Desm., Eisbär, nördliches Polarmeer. *U. arctos* L., der braune Bär. *U. americanus* Pall., Baribal. *U. spelaeus* Blum., Höhlenbär, Diluvium. *Procyon lotor* L., Waschbär, pflegt die Nahrung in's Wasser zu tauchen, in Nordamerika. *Nasua rufa* Desm., Rüsselbär, Brasilien. *Cercoleptes caudivolvulus* Ill., Wickelbär, Guiana und Peru, *Hyaenarctos* Falc., Miocän, mit sehr grossen Höckerzähnen.

Fig. 880.



Viverra civetta, aus Brandt und Ratzeburg.

Fam. *Viverridae,* Zibethkatzen. Von langgestreckter, bald mehr den Katzen, bald mehr den Mardern ähnelnder Körperform, mit spitzer Schnauze und langem, zuweilen ringförmig zusammengerolltem Schwanz. Die meist fünfzehigen Füsse berühren bald mit der ganzen, bald mit der halben Sohle oder nur mit den Zehen, deren Krallen meist ganz oder halb zurückziehbar sind, den Boden. Gebiss: p . $\frac{4}{4}$, m . $\frac{2}{2}$. = L . $\frac{3}{4}$, R . $\frac{1}{1}$, H . $\frac{2}{1}$. *Viverra zibetha* L. Mit grosser Drüsentasche zwischen After und Geschlechtstheilen, in der sich das schmierige Secret des als Parfum und Arzneimittel bekannten Zibeth sammelt, Asien. *V. civetta* Schreb., die afrikanische Zibethkatze (Fig. 880). In Egypten, Abyssinien etc. als Hautthier

gehalten. *V. genetta* L., Genettkatze, Südeuropa. *Paradoxurus musanga* Raff., grosse Sundainseln. *Herpestes ichneumon* L., Pharaonsratte, Manguste, Egypten und Südeuropa. Die miocäne Gattung *Ictitherium* Gaudry (Pikermi) vermittelt den Uebergang zu den Hyänen.

Fam. *Mustelidae*, Marder-artige Raubthiere. Theils Sohlengänger (Dachse), theils Halbsohlengänger, von langgestrecktem Körper mit niedrigen Beinen und fünfzehigen Füssen, mit nicht zurückziehbaren Krallen. Gebiss: $p.\frac{3\,(4)}{3\,(4)}, m.\frac{1}{2}$. Nur ein einziger Mahlzahn hinter dem ansehnlichen Reisszahn. *Meles taxus* Pall., Dachs. *Mephitis mesomelas* Licht., Stinkthier, Nordamerika. *Gulo borealis* Briss., Vielfrass. Auch diluvial. *Mustela martes* L., Edelmarder oder Baummarder. *M. foina* Briss., Steinmarder. *M. zibelina* L., Zobel, Sibirien. *Putorius putorius* L., Iltis. Eine Spielart des Iltis ist das aus Afrika zu uns herübergekommene Frettchen *P. furo*. *P. vulgaris* L., Wiesel. *P. erminea* L., Hermelin. *P. lutreola* L., Nörz. *Lutra vulgaris* Erxl., gemeine Fischotter. *L. canadensis* Schreb., Nordamerika. *Enhydris marina* Erxl., Seeotter, westliche Inseln Nordamerikas.

Fam. *Hyaenidae*, Hyänen-artige Raubthiere. Zehenläufer mit devexem Rücken, der eine Mähne verlängerter Haare trägt. Gebiss: $p.\frac{4}{3}, m.\frac{1}{1}$. *Hyaena striata* Zimm., gestreifte Hyäne, in Afrika und Vorderindien. *H. crocuta* Zimm., gefleckte Hyäne, in Südafrika.

Fam. *Felidae*, Katzen. Zehengänger von schlankem, zum Sprunge befähigtem Körperbau, mit kurzen Kiefern. Gebiss: $p.\frac{3}{2}, m.\frac{1}{1}. L.\frac{2}{2}, R.\frac{1}{1}, H.\frac{1}{0}$. Mahlzähne fehlen bis auf einen kleinen, oben quer nach innen stehenden Zahn. Um so mächtiger aber sind die Reisszähne und Eckzähne ausgebildet. Von den beiden Lückenzähnen bleibt der vordere des Oberkiefers verkümmert. Beim Gehen wird das letzte Zehenglied senkrecht aufgerichtet, so dass dasselbe den Boden nicht berührt und die Krallen vor Abnutzung gesichert bleiben. *Felis leo* L., Löwe. *F. concolor* L., Puma. *F. tigris* L., Tiger, Asien, *F. onca* L., Jaguar, Paraguay und Uruguay. *F. pardalis* L., Pantherkatze, Südamerika. *F. pardus* L., Panther oder Leopard, Afrika und Westasien. *F. catus* L., wilde Katze, grau mit Streifen und Querbinden, mit senkrechter Pupille, im mittleren und nördlichen Europa. *F. maniculata* Rüpp., nubische Katze. *F. domestica* L., die Hauskatze, nur im gezähmten Zustande bekannt, wahrscheinlich von mehreren Arten abstammend. *F. Serval* L., Serval, am Senegal. *Cynailurus guttata* Herm. und *C. jubata* Schreb., Gueparde. *Lynx lynx* L., Luchs, mit Haarbüschel am Ohr. *L. Caracal* Schreb., Asien und Persien. Felidenarten waren im Diluvium verbreitet. *F. spelaeus* Goldf., Höhlenlöwe. Miocän sind *Proaelurus* und *Pseudaelurus* Gerv., welche den Uebergang der Marder zu den Katzen vermitteln. *Machairodus* Goldf., Pliocän.

Den Carnivoren nahe verwandt sind die von Cope als *Creodonten*[1]) bezeichneten Reste alttertiärer Säugethiere Europas und Nordamerikas Dieselben waren lange Zeit den Raubbeutlern angereiht, trotz des sonst für die Marsupialien charakteristischen Mangels des eingebogenen Unterkiefer-Eckfortsatzes, bis Filhol, dann Cope nachwiesen, dass nicht nur der hinterste, sondern alle vor den Molaren stehenden Backenzähne einen Wechsel erleiden. Ausser zu den Beutlern zeigen sie auch zu den Insectivoren mannigfache Beziehungen, stehen jedoch den Carnivoren nach Schädelbau und Zahngestaltung am nächsten, so dass sie mit den letzteren in derselben Ordnung vereinigt werden konnten. Indessen dürften sowohl die Unterschiede

[1]) E. D. Cope, The Creodonta. American Naturalist, 1884. Max Schlosser, Die Affen, Lemuriden, Chiropteren, Marsupialien, Creodonten etc. des europäischen Tertiärs. Wien, I., 1887.

im Gebisse als der primitivere Charakter in anderen Skelettheilen zur Trennung ausreichen. Während bei den Carnivoren nur ein einziger unterer Molar als Reisszahn ausgebildet ist, die nachfolgenden hintern Molaren aber in verschiedener Weise reducirt, beziehungsweise weggefallen sind, sind bei den Creodonten sämmtliche untere Molaren Reisszähne, von denen der hinterste sogar am complicirtesten differenzirt sein kann. Dem entsprechend erscheinen auch die oberen Molaren, welche den trituberculären Bau besitzen, mit Ausnahme des letzten gleich mächtig entwickelt. Die Zahl der Schneidezähne ist meist $\frac{3}{3}$, kann aber auch reducirt sein. Scaphoid und Lunatum bleiben getrennt und das Cuboideum greift zwischen Calcaneus und Astragalus ein, während es bei den Carnivoren mit dem Naviculare articulirt. Am Oberarm findet sich ein Epicondylarforamen. Schlüsselbeine fehlen. Das Gehirn zeigte kleine Dimensionen der Hemisphären.

Wahrscheinlich sind die Creodonten von Beutlern abzuleiten, von denen auch die Raubbeutler abstammen, und haben von Formen wie *Stypolophus* aus zu den Carnivoren geführt. Die zahlreichen Gattungen lassen sich in drei Gruppen ordnen. *Hyaenodon Heberti* Filh., *Pterodon dasyuroides* P. Gerv., *Stypolophus viverrinus* Cope, *Proviverra typica* Rütim., *Arctocyon primaevus* Blainv.

11. Ordnung. **Pinnipedia**[1], **Flossenfüssler.**

Im Wasser lebende behaarte Säugethiere, mit fünfzehigen Flossenfüssen, von denen die hinteren nach rückwärts stehen, mit vollständigem Gebiss, ohne Schwanzflosse.

Nach Gebiss und Lebensweise den Carnivoren verwandt, aber vollständig zum Aufenthalt im Wasser angepasst. Der Körper ist langgestreckt, spindelförmig, besitzt vier Flossenfüsse und endet mit einem kurzen konischen Schwanz. Der Kopf bleibt im Verhältnisse zum Rumpf auffallend klein, von kugeliger Form, mit aufgewulsteten Lippen und entbehrt meist äusserer Ohrmuscheln. Die Oberfläche des Körpers ist mit einer kurzen, aber dicht anliegenden glatten Haarbekleidung bedeckt. Die kurzen Extremitäten enden mit einer breiten Ruderflosse, zu welcher die fünf mit stumpfen oder scharfen Krallen bewaffneten Zehen verbunden sind. Die Bewegung auf dem Lande geschieht in der Art, dass das Thier den Vordertheil des Körpers hebt und nach vorwärts wirft, die beiden Vorderfüsse als Stützen zur Fixirung benutzt und sodann den Hintertheil unter Krümmung des Rückens nachschleppt. Beim Schwimmen wird das vordere Extremitätenpaar an den Leib angelegt und zur Ausführung seitlicher Wendungen auch als Steuer benutzt, während die Hinterfüsse als Ruderflosse dienen.

---

[1]) Vergl. ausser den älteren Arbeiten von G. Cuvier, Nilsson, Pander und d'Alton: J. E. Gray, Handlist of Seals, Morses, Sea-lions and Sea-bears. London 1874.

Das Gebiss mit seiner meist vollständigen Bezahnung schliesst sich dem Gebisse der Carnivoren an, denen die Robben auch in anderen anatomischen Merkmalen, wie zweihörnigem Uterus, ringförmiger Placenta, nahestehen. Uebrigens bestehen hinsichtlich der Bezahnung in den zwei zu unterscheidenden Hauptgruppen der Walrosse und Seehunde wesentliche Abweichungen. Letztere besitzen $\frac{3}{1}$, seltener $\frac{2}{1}$ meisselförmige Vorderzähne, oben und unten jederseits einen wenig vorragenden Eckzahn und $\frac{6-5}{5}$ spitzzackige Backenzähne, von denen einer oder zwei Molare sind. Die Walrosse haben nur in der Jugend ein vollständiges Gebiss und verlieren die anfangs $\frac{3}{3}$ Vorderzähne bis auf $\frac{1}{1}$ im Zwischenkiefer. Die Eckzähne bilden sich im Oberkiefer zu mächtigen Stosszähnen aus, welche bei der Kriechbewegung auf dem Lande zur Fixirung des Vorderleibes benutzt werden. Backenzähne finden sich im Oberkiefer fünf, im Unterkiefer vier, mit Kauflächen, welche sich mit der Zeit schief von innen nach aussen abreiben. Das Milchgebiss ist rudimentär und auf das Fötalleben beschränkt, in welchem meist schon der Zahnwechsel stattfindet. Die Robben nähren sich vorzugsweise von Fischen, die Walrosse von Seetang, Krebsen und Weichthieren, deren Schalen sie mittelst der Backenzähne zertrümmern. Die Pinnipedien leben gesellig und sind an kälteren Küstengegenden beider Erdhälften verbreitet.

Wahrscheinlich sind die Robben als Seitenzweig der Carnivoren abzuleiten, der bereits sehr früh und wohl schon vor der Tertiärzeit — es gibt miocäne Robbenüberreste — aufgetreten sein muss.

Fam. *Phocidae,* Seehunde. Pinnipedien mit vollständigem Gebiss, kurzen Eckzähnen und spitzzackigen Backenzähnen. *Halichoerus grypus* Nilss., Utsel. *Phoca vitulina* L., Seehund: $\frac{3}{2}\frac{1}{1}\frac{5}{5}$. *Ph. groenlandica* Nilss., nördliche Meere. *Leptonyx monachus* F. Cuv., Mönchsrobbe, Mittelmeer. *Cystophora proboscidea* Nilss., See-Elephant, Südsee. *C. cristata* Fabr., Klappmütze, Grönland. Das Männchen vermag die Kopfhaut zwischen den Augen aufzublähen. *Otaria jubata* Forst., Seelöwe in Südamerika. *O. (Callorhinus) ursina* Pér., Seebär, Grönland. Phociden sind schon im Miocän vertreten.

Fam. *Trichechidae,* Walrosse. Die oberen Eckzähne sind grosse, wurzellose, nach unten gerichtete Hauer, die Backenzähne sind anfangs stumpf zugespitzt, schleifen sich aber allmälig ab und reduciren sich später auf drei in jeder Kinnlade, wozu noch in der Oberkinnlade ein nach innen gerückter Schneidezahn kommt. *Trichechus rosmarus* L., Walross, nördliches Polarmeer. Gebiss des jungen Thieres: $\frac{3}{3}\frac{1}{1}\frac{5}{4}$ später: $\frac{2(1)}{2(0)}\frac{1}{0}\frac{3(4)}{3(4)}$.

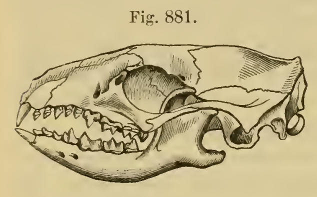
12. Ordnung. **Insectivora**[1]), **Insectenfresser.**

Sohlengänger mit bekrallten, meist fünfzehigen Füssen, vollständig bezahntem Gebiss, kleinen Eckzähnen und scharfspitzigen Backenzähnen.

[1]) Ausser den älteren Schriften von Pallas, Blainville, Brandt vergl. C. J. Sundevall, Om Slägtet Sorex, sowie Oversigt at slägtet Erinaceus. K. Vet. Akad. Handl. Stockholm 1841, 1842.

Kleine Säugethiere, welche in ihrer Erscheinung verschiedene Typen der Nager wiederholen, dagegen in Bau und Lebensweise sich den Carnivoren annähern, von denen sie in ihren alttertiären Stammformen *(Creodonta)*, dem Ursprunge nach aufgefasst, nicht scharf zu trennen sind. Ueberall zeigt jedoch der Schädel eine schwache, im Ganzen ziemlich primitive Gestaltung. Das Paukenbein bleibt oft ein Ring, der Jochbogen schwach oder fehlt vollständig *(Sorex)*. Im Gebiss (Fig. 881), welches bei den Insecten-fressenden Fledermäusen in ganz ähnlicher Weise wiederkehrt, besteht eine grosse Mannigfaltigkeit; die Schneidezähne variiren in der Zahl, die Eckzähne sind klein, und nicht immer scharf von den Schneidezähnen und vorderen Backenzähnen unterschieden. Die zahlreichen Backenzähne mit ihren spitzhöckerigen Kronen zerfallen in vordere, meist einspitzige kegelförmige Prämolaren und in hintere wahre Backenzähne, für welche oft die Zusammensetzung aus prismatischen Abtheilungen charakteristisch ist, in vielen Fällen aber auch eine noch sehr einfache primitive Gestaltung sich erhalten hat. Zur richtigen Bestimmung der Zahnformel hat man stets in Rücksicht zu ziehen, dass der obere Eckzahn im Maxillare an der Grenze des Zwischenkiefers zu suchen ist und hinter den untern Eckzahn herabgreift.

Fig. 881.



Schädel von *Erinaceus europaeus*.

Das Milchgebiss ist in den einzelnen Familien sehr ungleich entwickelt. Beim Igel besteht dasselbe aus 24 Zähnen, beim Maulwurf ist es rudimentär und bei den Spitzmäusen auf das Fötalleben beschränkt. Auch bei den übrigen Formengruppen findet der Zahnwechsel sehr früh schon zur Zeit der Geburt oder gleich nach derselben statt.

Ein Schlüsselbein ist stets vorhanden. Der Humerus meist mit Foramen epicondyloideum. Radius und Ulna sind wenig verändert. Tibia und Fibula verschmelzen oft in ihrer distalen Partie. Scaphoideum und Lunatum sind meist getrennt (*Erinaceus* ausgenommen), das Centrale ist meist geschwunden, nur bei den *Talpiden* erhalten. Alle sind Sohlengänger mit nackten Sohlen und starken Krallen ihrer meist fünfzehigen Füsse. Die Zitzen liegen am Bauch, die Placenta ist scheibenförmig. Die Insectivoren gehören vornehmlich der alten Welt, nur wenige Nordamerika an und ernähren sich von kleineren Thieren, Insecten und Würmern, die sie bei ihrer Gefrässigkeit zum Nutzen des Menschen in grosser Menge vertilgen.

Tertiäre Ueberreste sind in solchen Ablagerungen, welche sich direct aus stehenden Gewässern abgesetzt haben, nicht selten, so in den Phosphoriten von Quercy. Die Gattung *Parasorex* weist auch eine Gruppe, welche die *Tupajiden* der Sundainseln mit den *Macroscheliden* Südafrikas verbindet, auf. Es sind darin schon die recenten Gattungen *Erinaceus, Sorex, Talpa* vertreten.

Fam. *Erinaceidae,* Igel. Mit steifen Borsten und Stacheln bekleidet, die bei mächtiger Entwicklung des Hautmuskelschlauches dem sich zusammenkugelnden Körper einen vollkommenen Schutz verleihen. *Erinaceus europaeus* L. Mit 36 Zähnen: $\frac{3}{3}\,\frac{7}{5}$. Gräbt sich eine Höhle mit zwei Ausgängen etwa fusstief in die Erde und hält einen Winterschlaf. Fossile Arten sind aus dem Miocän von Sansan und der Auvergne bekannt. *Centetes ecaudatus* Wagn., Tanrek, Madagascar. Ohne Jochbogen, mit rüsselförmig verlängerter Schnauze.

Fam. *Soricidae,* Spitzmäuse. Mit rüsselförmiger Schnauze, weichem Haarkleid und kurzbehaartem Schwanze. Eigenthümliche Drüsen an der Seite des Rumpfes oder an der Schwanzwurzel geben den echten Spitzmäusen einen unangenehmen Moschusgeruch. *Sorex.* Mit 28—33 schwer zu deutenden Zähnen. Das Milchgebiss $\frac{4}{3}$ fällt schon vor der Geburt aus. *S. vulgaris* L., gemeine Spitzmaus. *S. fodiens* Pall., Wasserspitzmaus. *S. pygmaeus* Pall., Zwergspitzmaus. *S. similis* Hensel, fossil. (Breccie von Cagliari.)

Cladobates tana Wagn., Spitzhörnchen. *Cl. murinus* Müll. Schl., Borneo. *Macroscelides typicus* Smith., Südafrika. *Myogale moschata* Pall., Desman, von Hamstergrösse, im südöstlichen Russland. *Palaeospalax* Ow., im Diluvium.

Fam. *Talpidae,* Maulwürfe. Mit kurzen, seitwärts gerichteten Grabfüssen, weichem Sammtpelz und Rüssel. *Talpa.* Gebiss nach Dobson: $\frac{3}{3}\,\frac{1}{1}\,\frac{4}{4}\,\frac{3}{3}$. *T. europaea* L., Maulwurf, baut eine künstliche unterirdische Wohnung, die durch eine lange Laufröhre mit den täglich vermehrten Nahrungsröhren des Jagdgebietes in Verbindung steht. Die Wohnung besteht aus einer weich ausgepolsterten Centralkammer und zwei Kreisröhren, von denen die kleinere obere durch drei Gänge mit der Kammer communicirt, die grössere untere in gleicher Ebene mit der Kammer liegt. Aus der oberen gehen fünf bis sechs Verbindungsgänge in die untere, von der eine Anzahl wagrechter Gänge ausstrahlen und meist bogenförmig in die gemeinsame Laufröhre einmünden. *T. coeca* L., der blinde Maulwurf im südlichen Europa. *T. acutidens* Tom., Miocän. Hier schliessen sich an: *Chrysochloris inaurata* Schreb., Goldwurf, am Cap. *Condylura cristata* L., der nordamerikanische Sternwurf. *Scalops aquaticus* L., Wasserwurf, Nordamerika.

13. Ordnung. **Chiroptera** [1]), **Handflügler, Fledermäuse.**

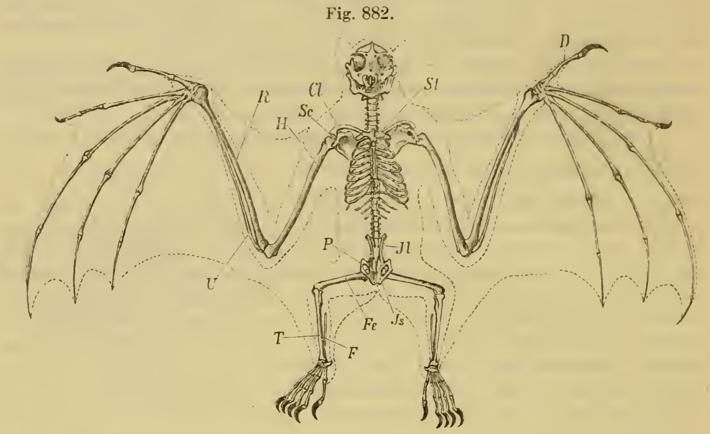
Säugethiere mit vollständig bezahntem Gebiss und Flughäuten zwischen den verlängerten Fingern der Hand, sowie zwischen Extremitäten und Seitentheilen des Rumpfes, mit zwei brustständigen Zitzen.

Unter den Beutlern *(Petaurus)*, Nagethieren *(Pteromys)* und Halbaffen *(Galeopithecus)* gibt es eine Reihe von Thierformen, welche sich einer seitlichen, zwischen den Extremitäten ausgespannten Flughaut gewissermassen als Fallschirm beim Sprunge bedienen. Weit vollkommener sind diese seitlichen Hautfalten bei den Fledermäusen, indem sie sich nicht nur zu einer ansehnlichen Breite ausdehnen, sondern auch noch über die ausserordentlich verlängerten Finger der Hand fortsetzen und sowohl durch diese enorme Entwicklung, als durch ihre überaus dehnbare elastische Beschaffenheit eine mehr oder minder gewandte, von der des Vogels freilich sehr verschiedene Flugfähigkeit ermöglichen. Auch der Schwanz wird in die Flughaut mit

[1]) Ausser den Werken von Temminck, Peters etc. vergl. Bell „Chiroptera“ in Todd's Cyclopaedia of Anat., Vol. I, 1835. Kayserling und Blasius, Wirbelthiere Europas. Braunschweig 1840.

aufgenommen, dagegen bleibt stets der bekrallte zweigliedrige Daumen der Hand, sowie der ebenfalls mit Krallen bewaffnete Fussabschnitt der Hintergliedmasse ausgeschlossen. Häufig verleihen eigenthümliche Hautwucherungen am Kopfe, lappenartige Anhängsel der Nase und des Ohres dem Gesichte einen höchst absonderlichen Ausdruck (Fig. 883). Mit Ausnahme dieser Hautwucherungen, sowie der dünnen elastischen Flughäute, welche mit jenen einen grossen Reichthum an Nerven und ein feines Tastgefühl gemeinsam haben, ist die Oberfläche des Körpers dicht mit Haaren besetzt. Das leicht gebaute Knochengerüst (Fig. 882) trägt in seiner Gliederung durchaus den

Fig. 882.



Skelet von *Pteropus*, nach Owen (wenig verändert). *St* Sternum, *Cl* Clavicula, *Sc* Scapula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *D* Daumen, *Jl* Ilium, *P* Os pubis, *Js* Os ischii, *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula.

Typus der Säugethiere zur Schau, zeichnet sich aber sowohl durch die Festigkeit des Brustkorbes (an dem mehrfache Eigenthümlichkeiten, wie der Besitz einer Crista sterni, die Verknöcherung der Sternocostalknorpel, an die Vögel erinnern), als durch die Länge des mächtig entwickelten Kreuzbeins, mit dem auch die Sitzbeine verwachsen, vor dem anderer Säuger aus. Ober- und Unterschenkel bleiben im Gegensatze zu dem verlängerten Arm sehr kurz, der fünfzehige Fuss läuft am Fersenbeine in einen spornartigen Fortsatz (Calcar) aus, welcher zur Anspannung der Schenkel- und Schwanzflughaut dient. Unter den Sinnesorganen bleiben die Augen verhältnissmässig wenig entwickelt, dagegen erscheinen bei der nächtlichen Lebensweise Gehör und Gefühl von hervorragender Bedeutung. Geblendete Fledermäuse vermögen, wie schon Spallanzani wusste, beim Fluge mit grossem Geschicke allen Hindernissen auszuweichen. Ebenso ausgebildet ist das Gehör, welches durch eine grosse, mit besonderen Lappen ausgestattete und mit einer Klappe verschliessbare Ohrmuschel wesentlich unterstützt wird. Die Fledermäuse sind Nachtthiere und nähren sich von Insecten.

Unter den aussereuropäischen Arten gibt es einige, die auch Vögel und Säugethiere angreifen und deren Blut saugen (Vampyr), andere und namentlich grössere Arten leben von Früchten. Viele verfallen in einen Winterschlaf. Sie bringen nur ein oder zwei Junge zur Welt, säugen dieselben an den Zitzen ihrer beiden Brustdrüsen und tragen sie auch während des Fluges mit sich umher. Fossile Fledermäuse treten bereits im Eocän auf, so *Rhinolophus antiquus* (*Pseudorhinolophus* Schl.) in den Phosphoriten von Quercy, ebenso *Vespertilio-* (*Vespertiliavus* Schl.) Arten, welche in ihren tertiären Resten verschiedenen Alters bis zum Diluvium gefunden worden sind. Wahrscheinlich stammen die Fledermäuse von Aplacentalien mit Didelphyidenähnlichem Gebiss ab, und hat die Zahl der Zähne eine bedeutende Reduction [1]) erfahren.

1. Unterordnung. *Frugivora, fruchtfressende Fledermäuse.* Mit gestrecktem, Hund-ähnlichem Kopf, kleinen Ohren und kurzem rudimentären Schwanz. Ausser dem Daumen trägt oft der dreigliedrige Zeigefinger eine Kralle, die übrigen Finger sind zweigliedrig und krallenlos. Das Gebiss besitzt vier oder zwei oft ausfallende Schneidezähne, einen Eckzahn und vier bis sechs Backenzähne mit platter stumpfhöckeriger Krone. Die Zwischenkiefer bleiben in loser Verbindung untereinander und mit dem Oberkiefer. Die Zunge ist mit zahlreichen rückwärts gerichteten Hornstacheln besetzt. Bewohnen die Wälder der heissen Gegenden Afrikas, Ostindiens und Neuhollands. Viele werden ihres wohlschmeckenden Fleisches halber gegessen.

Fam. *Pteropodidae*, fliegende Hunde. Die kleinen Ohren entbehren ebenso wie die Nase der häutigen Aufsätze und Klappen. Leben von Früchten, aber auch von Vögeln und kleinen Säugethieren. *Pteropus edulis* Geoffr., Kalong, Ostindien. Gebiss: $\frac{2}{1}\ \frac{1}{1}\ \frac{3}{3}\Big|\frac{2}{3}$. *Harpyia cephalotes* Pall., Amboina.

2. Unterordnung. *Insectivora, Insecten-fressende Fledermäuse.* Mit kurzer Schnauze, grossen, häufig klappenbedeckten Ohren und spitzhöckerigen oder schneidenden, aus dreiseitigen Pyramiden zusammengesetzten Backenzähnen. Nur der Daumen trägt eine Kralle. Leben theils von Insecten, theils vom Blute der Warmblüter.

1. Tribus. *Gymnorhina, Glattnasen.* Die Nase bleibt glatt und entbehrt des blätterigen Nasenbesatzes. Zwischenkiefer median weit klaffend, aber fest mit dem Oberkiefer verwachsen. Die Ohren stossen bald auf dem Scheitel zusammen, bald sind sie weit von einander getrennt, ebenso verschieden verhält sich die Ohrklappe.

Fam. *Vespertilionidae.* Der lange und dünne Schwanz ist ganz in der Interfemoralhaut eingeschlossen. *Plecotus auritus* L., Ohrenfledermaus. *Synotus barbastellus* Schreb., Mopsfledermaus. Gebiss: $\frac{2}{3}\ \frac{1}{1}\ \frac{2}{2}\Big|\frac{3}{3}$. *Vespertilio murinus* Schreb., Gebiss: $\frac{2}{3}\ \frac{1}{1}\ \frac{3}{3}\Big|\frac{3}{3}$. *Vesperugo noctula* Schreb., frühfliegende Fledermaus. *V. pipistrellus* Schreb., Zwergfledermaus. *Miniopterus Schreibersi* Ks. Bls., fliegt sehr schnell und gewandt.

[1]) Leche, Milchgebiss und Zahnhomologien bei Chiropteren. Lund 1878.

Fam. *Taphozoidae.* Schwanz kürzer als die Interfemoralhaut. Basis des Daumens in der Flughaut. *Taphozous leucopterus* Temm., Südafrika. Gebiss: $\frac{0}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{2}\Big|\frac{3}{3}$. *Mystacina tuberculata* Gray, Neuseeland. Gebiss: $\frac{1}{1}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{2}\Big|\frac{3}{3}$. Anschliessend *Molossus* Geoffr.

Fig. 883.



Kopf von *Phyllostoma (Vampyrus) spectrum* (règne animal).

2. Tribus. *Phyllorhina, Blattnasen.* Auf und über der Nase breiten sich häutige Ansätze aus, welche aus einem hufeisenförmigen Vorderblatt, einem mittleren Sattel und einem hintern, meist senkrechten Querblatt, Lanzette, bestehen (Fig. 883). Der Zwischenkiefer ist nicht mit dem Oberkiefer verwachsen. Ohren getrennt. Ernähren sich theilweise vom Blute warmblütiger Wirbelthiere, die sie während des Schlafes überfallen.

Fam. *Rinolophidae* Ohren getrennt ohne Tragus. Gebiss: $\frac{1}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{3}\Big|\frac{3}{3}$. *Rhinolophus hipposideros* Bechst., kleine Hufeisennase. *Rh. ferrum equinum* Schreb., grosse Hufeisennase. Europa, nördlich von den Alpen. *Phyllorhina gigas* Wagn., Guinea.

Fam. *Megadermidae,* Ziernasen. Die grossen Ohren genähert, mit langem Tragus, *Megaderma lyra* Geoffr., *Rhinopoma microphyllum* Geoffr., Egypten.

Fam. *Phyllostomidae.* Mit dickem Kopf und langer abgestutzter Zunge. Nasenbesatz meist mit aufrechter Lanzette. Ohren fast stets getrennt, mit Ohrklappe. *Phyllostoma hastatum* Pall., Brasilien. Gebiss: $\frac{2}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{5}{5}$. *Vampyrus spectrum* L., Vampyr, in Centralamerika.

14. Ordnung. **Prosimiae, Halbaffen.**

Kletterthiere der alten Welt, mit vollständigem, Insectivoren-ähnlichem Gebiss, mit Händen und Greiffüssen, ohne geschlossene Orbita, mit Brust- und Bauchzitzen.

Die Halbaffen zeigen in Erscheinung und Lebensweise viel Aehnlichkeit mit den Affen und sind vorzügliche Kletterthiere.

Der Kopf mit grossen Augen und behaartem Gesicht. Das Gebiss bietet mancherlei Beziehungen zu den Quadrumanen, insbesondere den erloschenen Pseudolemurinen *(Adapis)*, ist aber in seiner vordern Partie wesentlich verändert, während die Molaren fast den unveränderten Trituberculär-, beziehungsweise Tubercularsectorial-Typus zeigen. Meist finden sich je zwei Schneidezähne, von denen namentlich die oberen durch eine weite mediane Lücke von denen der anderen Seite getrennt sind, die unteren aber mehr oder minder horizontal stehen. Denselben hat sich der untere Eckzahn in seiner Form adaptirt, während der erste Prämolar die stark vorstehende Form des Eckzahns gewonnen hat. Die Reduction der Incisivi von 3 auf 2 $\left(\text{bei } \textit{Propithecus} \text{ und } \textit{Lichanotus} \text{ auf } \frac{2}{1}\right)$ dürfte durch den Verlust der medialen bedingt sein. Der Unterkiefer bleibt verhältnissmässig schwach mit persistenter Trennung seiner beiden Hälften am Kinnwinkel.

Die Augenhöhlen sind zwar von einer hohen Knochenbrücke vollständig umrandet, indessen im Gegensatze zu den Affen gegen die Schläfengrube nicht geschlossen. Bei vielen ist die Clitoris von der Urethra durchbohrt. Uterus zweihörnig oder doppelt. Meist sind mehrere Zitzenpaare vorhanden. Von den Extremitäten bleiben die vorderen kürzer als die hinteren, deren grosse Zehe ebenso wie der Daumen der vorderen Gliedmassen mit Ausnahme von *Galeopithecus* opponirbar ist; sie haben also bereits die Hände und Greiffüsse der Affen, ebenso auch, mit Ausnahme des an allen Zehen bekrallten *Galeopithecus* und von *Chiromys* (Fig. 884), welche Form nur an der opponirbaren Innenzehe der hinteren Extremität einen Plattnagel besitzt, Plattnägel an den Spitzen der Finger und Zehen. Nur die zweite Zehe des Fusses bildet eine Ausnahme, indem sie mit einer langen Kralle bewaffnet ist. Dazu kann jedoch noch eine Kralle der Mittelzehe kommen. Der Schwanz zeigt eine sehr verschiedene Grösse und Entwicklung, ohne jedoch als Greifschwanz benutzt werden zu können. Die Halbaffen bewohnen ausschliesslich die heissen Gegenden der alten Welt, vornehmlich Madagascar, Afrika und Südasien. Sie sind fast sämmtlich Nachtthiere, klettern sehr geschickt, aber träge und langsam und ernähren sich von Insecten und kleinen Wirbelthieren. Fossile Halbaffen finden sich bereits im Eocän der alten und neuen Welt. Aus den Phosphoriten von Quercy beschrieb Filhol die Gattung *Necrolemur*. Auch sind Lemuriden im Eocän Nordamerikas gefunden worden (*Anaptomorphus* Cope).

Fig. 884.



Chiromys madagascariensis, aus Vogt und Specht.

Fam. *Tarsiidae*, Langfüsser. Mit dickem Kopf, grossen Ohren und Augen, kurzer Schnauze, stark verlängertem Astragalus und Calcaneus und langem Schwanz. Ausser der zweiten Zehe kann auch die Mittelzehe mit einer Kralle bewaffnet sein *(Tarsius)*. Gebiss durch die Reduction der Incisivi ausgezeichnet, die bis zum Verschwinden aller unteren Incisivi vorschreitet; Prämolaren sehr einfach geformt, Molaren durch die hohen Zacken Insectivoren-ähnlich: $\frac{2}{1}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\Big|\frac{3}{3}$. Aehneln in ihrer Erscheinung den Haselmäusen, in ihren Bewegungen den Eichhörnchen. *Tarsius spectrum* Geoff., Gespenstmaki. Waldungen der Sundainseln und Philippinen.

Fam. *Lemuridae*. Die unteren Schneidezähne horizontal nach vorne gerichtet. Nur an der zweiten hinteren Zehe ein Krallennagel. *Stenops gracilis* v. d. Hoev., der schlanke Lori, Ceylon. *Nycticebus tardigradus* L., der plumpe Lori, Ostindien und Sundainseln. *Lichanotus brevicaudatus* Geoffr., Indri, auf Madagascar. *Propithecus diadema* Wagn., Vliessmaki, ebendaselbst. *Lemur catta* L., *L. macaco* L., *L. mongoz* L., Fuchsaffen, Makis, Madagaskar. Gebiss: $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{3}{3}$. *Hapalemur griseus* Geoffr., *Microcebus* Geoffr.,

Chirogaleus Geoffr. *Otolicnus senegalensis* Geoffr., der gemeine Galago (Fig. 885), Afrika. *Galago crassicaudatus* Geoffr.

Fam. *Galeopithecidae (Dermoptera)*, Pelzflatterer. Mit dichtbehaarter Flughaut, welche als Fallschirm beim Sprunge dient. Gebiss: $\frac{1}{2}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\Big|\frac{3}{3}$. Untere Schneidezähne kammartig eingeschnitten und nach vorne geneigt. Unterer Eckzahn ähnlich umgestaltet. Stehen wohl den Makis am nächsten und leben als Nachtthiere theils von Früchten, theils von Insecten. Am Tage schlafen sie in ihren Verstecken ähnlich wie die Fledermäuse aufgehängt. *Galeopithecus volans* L., fliegender Maki, Sundainseln.

Fam. *Chiromyidae*, Fingerthiere. Mit Nagethier-ähnlichem Gebiss und mit Krallnägeln an den verlängerten dünnen Fingern und Zehen. Nur die opponirbare grosse Zehe des Hinterfusses endet mit einem Plattnagel. Von Schneidezähnen treten im Ganzen $\frac{3}{3}$ auf, von denen der eine (mediale) schon nach der Geburt, der zweite kleine sehr bald ausfällt, so dass nur ein wurzelloser Schneidezahn wie bei den Nagethieren zurückbleibt, der jedoch allseitig von Schmelz überdeckt ist. *Chiromys madagascariensis* Desm., Aye-Aye (Fig. 884). Bleibendes Gebiss: $\frac{1}{1}\frac{0}{0}\left(\frac{1}{0}\frac{0}{1}?\right)\frac{1}{0}\frac{3}{3}$. Das Milchgebiss: $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{2}$ weist darauf hin, dass einst auch Eckzähne und mehr Prämolaren vorhanden waren.

Fig. 885.



Otolicnus galago, aus Vogt u. Specht.

15. Ordnung. **Primates L., Pitheci** [1]), **Affen.**

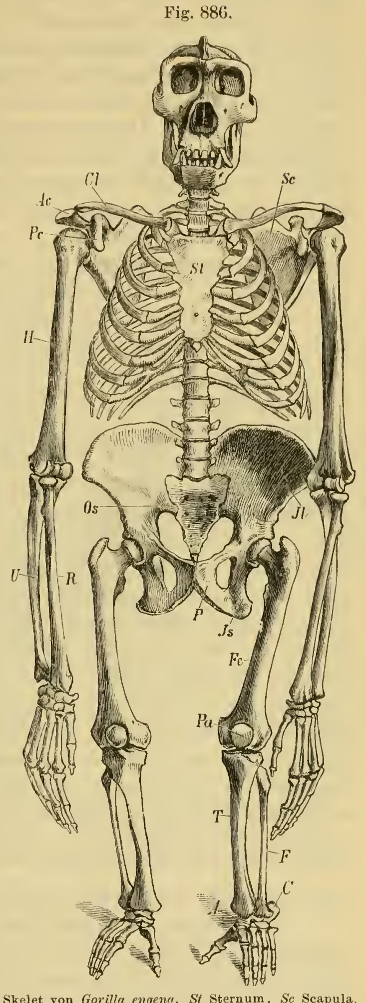
Mit vollständigem Gebiss und $\frac{2}{2}$ meisselförmigen, in geschlossener Reihe stehenden Vorderzähnen jederseits, meist mit Greiffüssen an den Hintergliedmassen, in der Regel auch mit Händen der Vorderextremitäten, mit geschlossenen Augenhöhlen und zwei brustständigen Zitzen.

Der Körperbau der Affen erscheint in der Regel schlank und gracil, wie ihn die schnellen und leichten Bewegungen von Baumthieren voraussetzen, indessen kommen auch plumpe schwerfällige Gestalten vor, die wie die Paviane Waldungen meiden und felsige Gebirgsgegenden zu ihrem Aufenthalte wählen. Mit Ausnahme des stellenweise kahlen menschenähnlichen Gesichtes und schwieliger Theile des Gesässes (Gesässschwielen) trägt der Körper ein mehr oder minder dichtes Haarkleid, welches sich nicht selten an Kopf und Rumpf in Form von Quasten und Mähnen verlängert. Die Menschenähnlichkeit des Gesichtes beruht hauptsächlich auf der verhältnissmässig geringen Prominenz der Kiefer und ist im jugendlichen Alter am grössten; immerhin steigt der

[1]) Vrolik, Recherches d'anatomie comp. sur le Chimpanzé. Amsterdam 1841. G. L. Duvernoy, Des caractères anatomiques des grands Singes pseudo-anthropomorphes. Arch. du Museum, Tom. VIII, 1855. R. Owen, Osteologie der Anthropomorphen. Transact. zool. Soc., Vol. I, 1835; Vol. II, 1841; Vol. III, 1849; Vol. IV, 1853.

Gesichtswinkel der ausgebildeten Thiere nur ausnahmsweise über 30 Grad, erreicht aber in einem Falle, bei *Chrysothrix sciurea,* beinahe die doppelte Grösse. Im Zusammenhange mit der Grössenzunahme des Gehirnes wird die Schädelkapsel runder und das Foramen magnum rückt allmälig mehr und mehr von der hinteren Fläche nach unten herab. Auch die Ohrmuschel hat etwas Menschen-ähnliches, ebenso die Stellung der nach vorne gerichteten Augen, deren Höhlen gegen die Schläfengruben vollkommen geschlossen sind, ferner die Zahl und Lage der Zitzen an der Brust. In gleicher Weise nähern sich Gebiss und Extremitäten in dem Grade dem menschlichen Bau (Fig. 886), dass man auch dem Menschen in dieser Ordnung seine Stellung anzuweisen hat.

Fig. 886.



Skelet von *Gorilla engena.* *St* Sternum, *Sc* Scapula, *Ac* Acromion. *Pc* Processus coracoideus, *Cl* Clavicula, *H* Humerus, *R* Radius, *U* Ulna, *Os* Os sacrum, *Jl* Ileum, *Js* Os ischii, *P* Os pubis, *Fe* Femur, *Pa* Patella, *T* Tibia, *Fi* Fibula, *C* Calcaneus, *A* Astragalus.

Das Gebiss enthält in jedem Kiefer vier meisselförmige Schneidezähne, welche wie beim Menschen in geschlossener Reihe stehen, stark vortretende konische Eckzähne und bei den Affen der alten Welt fünf, bei denen der neuen Welt sechs stumpfhöckerige Backenzähne, deren Form auf die verherrschende Ernährung von Pflanzenkost hinweist. Man hat nachgewiesen, dass die oberen Molaren aus trituberculаren, die unteren aus tubercularsectorialen Zähnen hervorgegangen sind. Die Grösse der fast Raubthier-ähnlich vorstehenden Eckzähne bedingt das Vorhandensein einer ansehnlichen Zahnlücke zwischen dem Eckzahne und ersten Backenzahne des Unterkiefers. Von den Extremitäten sind die vorderen meist länger als die hinteren. Ein Schlüsselbein ist stets vorhanden. Der Unterarm gestattet eine Drehung des Radius um die Ulna und

demnach eine Pronatio und Supinatio der Hand, deren Finger, die Krallaffen ausgenommen, Kupp- oder Plattnägel tragen. In Bau und Leistung bleibt übrigens die Hand bedeutend hinter der des Menschen zurück. Bezüglich der hinteren Extremität ist das Becken lang und gestreckt, wird aber bei den Anthropomorphen niedriger, mehr und mehr dem menschlichen ähnlich, wenngleich es immer flacher bleibt. Tibia und Fibula bleiben stets beweglich gesondert. Die Extremität endet in allen Fällen mit einem kräftig entwickelten Greiffuss, den man nach Knochenbau und Anordnung der Muskulatur in keiner Weise berechtigt ist. als Hand zu bezeichnen. Ueberall trägt die opponirbare grosse Zehe einen Kuppnagel, während die übrigen Zehen mit Krallen bewaffnet sein können (Krallaffen). Durch die Einrichtung ihrer Hintergliedmassen sind die Affen vorzüglich zum Klettern und zum Sprunge befähigt, weniger dagegen zum Gehen und Laufen auf den vier Extremitäten, da die schräg nach innen gerichtete Stellung der Füsse bewirkt, dass nur die äusseren Kanten derselben den Boden berühren. Daher ist der Gang mit Ausnahme der Krallaffen ein überaus schwerfälliger. Bei ihren leichten und sicheren Bewegungen auf Zweigen und Aesten benutzen sie häufig den langen Schwanz als Steuer ober selbst als accessorisches Greiforgan (Greifschwanz, Wickelschwanz).

Die meisten Affen leben gesellig in Waldungen der heissen Klimate. In Europa sind die Felsenwände Gibraltars der einzige Heimatsort eines wohl von Afrika stammenden Affen, des Magot *(Inuus ecaudatus)*, der demnächst vollständig aus Europa verschwinden wird. Nur wenige Affen leben einsiedlerisch, die meisten halten sich in grösseren Gesellschaften zusammen, deren Führung dass grösste und stärkste Männchen übernimmt. Sie nähren sich vornehmlich von Früchten und Sämereien, jedoch auch von Insecten, Eiern und Vögeln. Das Weibchen bringt nur ein Junges (seltener zwei) zur Welt, welches mit grosser Liebe geschützt und gepflegt wird. In psychischer Hinsicht stehen diese Thiere neben dem Hund, Elephant u. a. an der Spitze der Säugethiere. Fossile Reste treten schon im Eocän auf, doch gehören diese Formen einer besonderen ausgestorbenen Unterordnung an, die man wegen ihrer Beziehung *Pseudolemurinae* genannt hat. Das Gebiss besass meist eine grössere Zahl von Prämolaren: $\frac{2}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{4}{4}\left(\frac{3}{3}\right)\Big|\frac{3}{3}$. (*Microchoerus erinaceus* Lyd., *Adapis magnus* Filh., *Cacnopithecus lemuroides* Rut.)

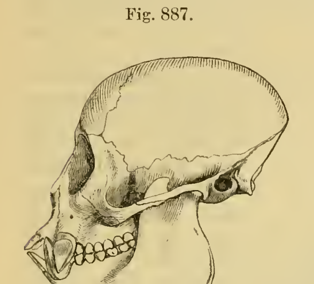
Die im Miocän und Pliocän Europas gefundenen Quadrumanen erweisen sich dem Gebisse nach als *Catarrhinen*, wie der Unterkiefer des dem *Hylobates* nahestehenden *Pliopithecus* Lath. (*Pl. antiquus* aus Südfrankreich), der Oberkiefer des ebenfalls dem Hylobates ähnlichen *Palaeopithecus P. sivalensis* Lyd., *Dryopithecus* Lart. und *Mesopithecus* Wag. Jetztlebende Gattungen sind schon im Pliocän, sowie im Diluvium gefunden, so z. B. *Macacus pliocenus* Ow. Von *Platyrrhinen* sind fossile Reste aus den brasilianischen Knochenhöhlen bekannt geworden (*Protopithecus* Lund).

Grosses Aufsehen haben die jüngst von E. Dubois im unteren Pleistocän bei Trinit auf Java gefundenen Reste (Schädeldach, Femur und Zahn) eines menschenähnlichen Affens, *Pithecanthropus* [1]), erregt.

1. Unterordnung. *Arctopitheci, Krallaffen.* Südamerikanische Affen von geringer Körpergrösse, mit langem behaartem Schwanz und Krallnägeln. Nur die opponirbare grosse Zehe trägt einen Plattnagel. Der Daumen ist nicht opponirbar. Hinsichtlich des Gebisses schliessen sie sich den Affen der alten Welt in der Zahl (32) der Zähne an, jedoch weichen die spitzhöckerigen Backenzähne insofern ab, als die Zahl der Prämolaren (3) die der Molaren (2) übertrifft. Sie werfen zwei, selbst drei Junge und nähren sich von Eiern, Insecten und Früchten.

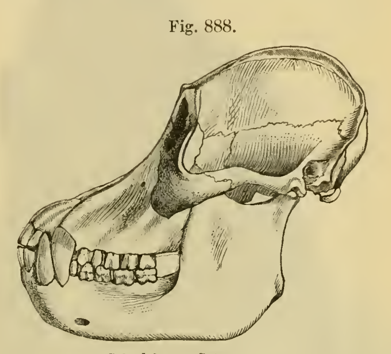
Fam. *Hapalidae,* Seidenaffen. Gebiss: $\frac{2}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{3}{3}\Big|\frac{2}{2}$. Ohne Greifschwanz. *Hapale Jacchus* Geoff., Sahui oder Ouistiti. *Midas Rosalia* L., Löwenäffchen.

Fig. 887.



Schädel von *Pithecia Satanas.*

Fig. 888.



Schädel von *Satyrus orang.*

2. Unterordnung. *Platyrrhini, Plattnasen.* Affen der neuen Welt mit breiter Nasenscheidewand und 36 Zähnen $\left(\frac{2}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{3}{3}\Big|\frac{3}{3}\right)$ (Fig. 887). Der lange Schwanz wird zuweilen als Wickelschwanz oder Greifschwanz benützt. Finger und Zehen tragen Kuppnägel oder Plattnägel. Der Daumen der Vorderhand bleibt zuweilen verkümmert und ist niemals in dem Grade opponirbar wie die grosse Zehe des Greiffusses. Backentaschen und Gesässschwielen fehlen überall.

Fam. *Pithecidae,* Schweif- und Springaffen, mit überall behaartem Schwanz, der nicht zum Ergreifen benutzt werden kann. *Pithecia satanas* Geoffr., in Brasilien. *Nyctipithecus trivirgatus* v. Humb., in Neu-Granada. *Chrysothrix sciurea* L., Saimiri, Eichhornaffe, Guiana. *Callithrix personata* Geoffr., Springaffe, Ostküste Brasiliens.

Fam. *Cebidae,* Roll- und Greifschwanzaffen, mit rings behaartem oder am Ende nacktem Greifschwanz. *Cebus capucinus* L., Sai, Kapuzineraffe. *Ateles paniscus* L., Koaita,

---

[1]) E. Dubois, Pithecanthropus erectus, eine menschenähnliche Uebergangsform. Compte-Rendu des séances du III. Congrès international de Zoologie. Leyde 1896.

in Brasilien. *A. Belzebuth* Geoffr., in Guinea. *Lagothrix Humboldtii* Geoffr., Wollaffe, Peru. *Mycetes niger* Geoffr., Brüllaffe, in Brasilien. Mit trommelförmig aufgeblasenem Zungenbeinkörper. *M. seniculus* L.

3. Unterordnung. *Catarrhini, Schmalnasen.* Affen der alten Welt mit schmaler Nasenscheidewand und genäherten, nach unten gerichteten Nasenlöchern, mit 32 Zähnen $\left(\frac{2}{2}\,\frac{1}{1}\,\frac{2}{2}\Big|\frac{3}{3}\right)$ (Fig. 888). Der Schwanz ist niemals Greif- oder Wickelschwanz, in einigen Fällen stummelförmig, oder fällt wie bei den Anthropomorphen als äusserer Anhang weg.

Fam. *Cynocephalidae*, Paviane. Von gedrungener plumper Körperform mit Hundeähnlich vorragender Schnauze. Die Eckzähne gross nach Art jener der Raubthiere. Backentaschen und grosse Gesässschwielen vorhanden. *Cynocephalus hamadryas* L., der grosse Pavian. *C. Babuin* Desm., Mantelpavian, Abyssinien. *C. Gelada* Rüpp., Gelada. *Papio mormon* L., Mandrill, Afrika.

Fig. 889.



Gorilla engena, aus Vogt und Specht.

Fam. *Cercopithecidae*, Meerkatzen. Von schlankem, leichtem Körperbau, mit Backentaschen, Gesässschwielen und verschieden langem Schwanz ohne Endquaste. *Macacus sinicus* L. und *M. silenus* L., in Vorderindien. *M. sivalensis* Lyd. fossil, *M. cynomolgus* L., der javanische Affe. *Rhesus nemestrinus* Geoffr., Schweinsaffe, auf Borneo und Sumatra. *Inuus sylvanus* L., *I. ecaudatus* Geoffr., Hundsaffe, Magot, in Nordafrika und auf Gibraltar. *Cercopithecus sabaeus* F. Cuv., die grüne Meerkatze, Westafrika.

Fam. *Semnopithecidae*, Schlankaffen. Mit kleinen Gesässschwielen, ohne wahre Backentaschen. Der Daumen der Vorderhände erscheint verkürzt. *Semnopithecus entellus* L., bei den Indiern als heiliger Affe der Hindus verehrt. *S. nasicus* Cuv., Borneo. Nahe steht der fossile *Mesopithecus Pentelici* A. Wagn.

An die Schlankaffen schliessen sich die afrikanischen Stummelaffen an, die sich von jenen hauptsächlich durch den fehlenden oder stummelförmigen Daumen unterscheiden. *Colobus Guereza* Wagn., mit weit herabhängender weisser Mähne und Schwanzquaste, in Abyssinien.

Fam. *Anthropocdae*. Schwanzlos, mit nacktem Menschen-ähnlichem Gesicht, langen Vordergliedmassen, ohne Gesässschwielen und Backentaschen. Körper auf der Unterseite des Rumpfes und der Glieder dicht behaart. *Hylobates Lar* Ill. *H. syndactylus* Cuv., Siamang, Gibbon. Zahnkronen sehr niedrig, lang. Mit sehr langen, bis zur Erde reichenden Vorder-

gliedmassen. Im Obermiocän und Pliocän finden sich bereits fossile Reste. *Gorilla engena* = *gina* J. Geoffr., Gorilla (Fig. 889). Mit 13 Rippenpaaren, sehr breiter Nase und starken Augenbrauen, lebt gesellig in Wäldern an der Westküste von Afrika (am Gaboonflusse), wird $5^1/_2$ bis 6 Fuss hoch. *Satyrus orang* L., Orang-Utang, mit 12 (11) Rippenpaaren und stark verlängerten Armen, lebt auf Borneo in sumpfigen Waldungen. *Troglodytes niger* L., Schimpanze. Mit 13 Rippenpaaren, stark abstehenden Ohren und grosser Unterlippe, schmaler Hand und Fuss. Lebt in grösseren Gesellschaften in den Wäldern Guineas und soll sich auf Bäumen ein künstliches Nest mit Schutzdach bauen.

An die Catarrhinen schliesst sich der Mensch [1]) an, über dessen Stellung in der Classe der Säugethiere man verschiedener Meinung ist, je nach dem Werthe, welcher den Eigenthümlichkeiten seines körperlichen Baues beigelegt wird. Während Cuvier, neuerdings auch Owen und Andere, für den Menschen eine besondere Ordnung *(Bimana)* aufstellen, schätzen Forscher. wie Huxley und seine Anhänger, die Merkmale, welche den Menschen von den anthropoiden Affen unterscheiden, weit geringer und schlagen dieselben im Anschluss an die Auffassung Linné's, welcher den Menschen mit den Affen in seiner Ordnung der *Primates* vereinigte, nicht höher als Familiencharaktere an.

Die wichtigsten anatomischen Unterschiede zwischen dem Menschen und den anthropoiden Affen beruhen auf der Configuration des Schädels und Gesichtes, auf dem Bau des Gehirns, der Bildung des Gebisses und der Extremitäten, deren Einrichtung im Zusammenhange mit einigen Eigenthümlichkeiten der Wirbelsäule den aufrechten Gang des Körpers ermöglichen. Die rundlich gewölbte Form der geräumigen Schädelkapsel, das bedeutende Uebergewicht des Schädels über das Gesicht, welches nicht wie bei den Thieren und auch den Menschen-ähnlichen Affen vor dem Schädel, sondern beinahe rechtwinkelig unterhalb desselben seine Lage findet, sind ebenso wesentliche Merkmale für den Menschen, wie die relativ bedeutende Masse des Gehirns, der mächtige Umfang der Vorderlappen und die Grösse der Hinterlappen, ferner die reiche Ausbildung der Hirnwindungen, deren Verlauf freilich auch bei den Affen dem nämlichen Typus folgt. Allen diesen für die psychische Entwicklung in erster Linie bedeutungsvollen Eigenthümlichkeiten des Menschen kann jedoch keineswegs der Werth fundamentaler Unterschiede, sondern nur gradueller Abweichungen zugeschrieben werden, wie sie grösser noch zwischen den höchsten und den niedrigsten Affen, beziehungsweise Halb-

[1]) J. F. Blumenbach, De generis humani varietate nativa. Gottingae 1795. Derselbe, Decas Collectionis suae craniorum diversarum gentium illustrata. Gottingae 1790 bis 1820. J. C. Prichard, Naturgeschichte des Menschengeschlechts, übersetzt von R. Wagner. 4 Bde. Leipzig 1840—1842. A. Retzius, Anthropologische Aufsätze, übersetzt in Müller's Archiv. Huxley, On the zoological relations of Man with the lower Animals. Nat. hist. Rev., 1861. Derselbe, Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur, übersetzt von V. Carus, Leipzig 1863. C. Vogt, Vorlesungen über den Menschen etc. Giessen 1863. Th. L. Bischoff, Ueber die Verschiedenheit in der Schädelbildung der Gorilla, Chimpanse und Orang-Utang etc. München 1867. Quetelet, Anthropométrie, 1879. Friedrich Müller, Allgemeine Ethnographie. Wien 1879.

affen bestehen. Man hat sich ferner vergebens bemüht, den Mangel gewisser bei den Affen und sämmtlichen Säugethieren stets vorhandener Theile (Zwischenkiefer Blumenbach — Goethe) für den Menschen als charakteristisch nachzuweisen, wie auch die Versuche als völlig gescheitert anzusehen sind, in dem menschlichen Organismus Theile zu finden (Hinterhorn, *Pes hippocampi minor,* Owen — Huxley), die ihm ausschliesslich in der Säugethierreihe und als etwas Neues von fundamentalem Werthe angehören sollten.

Auch die vollständig geschlossene, nicht durch Lücken für die gegenüberstehenden Eckzähne unterbrochene Zahnreihe, durch welche sich das Gebiss des Menschen von dem der Catarrhinen unterscheidet, ist kein ausschliesslich menschlicher Charakter, sondern in ähnlicher Art von einem fossilen Hufthiere *(Anoplotherium)* bekannt, wie andererseits freilich nur in Ausnahmsfällen entsprechende Zahnlücken am menschlichen Gebisse (Kaffernschädel der Erlanger Sammlung) beobachtet worden sind. In der Zahl und Gestalt der Zähne stimmt das Gebiss des Menschen mit dem der Catarrhinen überein, wenn auch die geringe Grösse des letzten Molaren (sog. Weisheitszahnes) bei den höheren Rassen die Tendenz zur Reduction andeutet. Für den Unterkiefer des Menschen kann zwar die als Kinn hervortretende Protuberanz als charakteristisch gelten, obwohl sich dieselbe bei den Negern mehr und mehr abschleift, ein tiefer greifender Werth kann dieser Bildung indessen selbstverständlich nicht beigelegt werden.

Wichtiger sind jedoch die Verschiedenheiten, welche zwischen den Gliedmassen des Menschen und denen der anthropoiden Affen bestehen. Schon die Proportionen der einzelnen Abschnitte sind wesentlich abweichend, wenn freilich auch für die anthropoiden Affen untereinander nicht minder verschieden. Während beim Menschen das Bein als die ausschliessliche Stütze des Körpers die Vordergliedmassen an Länge und Gewicht bedeutend übertrifft, ist bei den Affen der Arm in verschiedenem Grade länger als das Bein, und zwar erscheint der Oberarm bei den Affen verhältnissmässig kürzer, Vorderarm und Hand dagegen weit länger als beim Menschen. Die Hand erreicht bei keinem der drei anthropoiden Affen die Vollkommenheit der menschlichen Hand; die des Gorilla steht der menschlichen am nächsten, ist jedoch plumper, schwerer und mit einem kürzeren Daumen versehen. Auch an den Hintergliedmassen gestaltet sich bei den Affen der Fuss verhältnissmässig sehr lang und erscheint als Greiffuss, dessen Sohle mehr oder minder nach innen gewendet ist. Mit Bezug auf die Anordnung der Knochen und Muskeln unterscheidet sich der menschliche Fuss sehr wesentlich von einer wahren Hand, keineswegs aber von dem Greiffusse der Affen. Immerhin liegt in dem Fusse mit seiner starken und langen, aber nicht opponirbaren Innenzehe, der gewölbeartigen Zusammenfügung der Wurzel- und Mittelfussknochen, der horizontal dem Boden zugewendeten Sohle ein wichtiger Charakter des menschlichen Baues, indem die Gestaltung desselben die wesentlichste Bedingung zu der aufrechten Haltung des Rumpfes ist, mit welcher

die mächtige Entwicklung des Wadenmuskels, die Configuration des breiten schaufelförmigen Beckens, die Form des Brustkorbes und die doppelte Krümmung der Wirbelsäule in enger Wechselbeziehung steht. Wie hoch man jedoch auch neben der Configuration des Kopfes und der Ausbildung des Gehirns die aufrechte Stellung des Rumpfes, den aufrechten Gang schätzen mag, unleugbar lässt sich für den Körperbau des Menschen und der Affen ein gemeinsamer Typus nachweisen.

Was frühere Naturforscher veranlasst hat, dem Menschen eine ganz besondere Stellung ausserhalb des Thierreiches anzuweisen, das ist die hohe geistige Entwicklung des Menschen, welche, auf den Besitz einer articulirten Sprache gegründet, den Menschen zu einem vernünftigen, einer fast unbegrenzten Vervollkommnung fähigen Wesen erhebt. In der That wäre es thöricht, die grosse Kluft zu leugnen, welche in der psychischen Ausbildung den Menschen von dem höchsten Thiere scheidet; geht man indessen vorurtheilsfrei auf die Entwicklung des geistigen Lebens ein, welches das Individuum während der ersten Zeit seiner Jugend durchläuft und die civilisirte Menschheit von der frühesten Zeit beginnender Cultur an durchlaufen hat, und unterwirft man die psychischen Eigenschaften der höheren Thiere einer vergleichenden Betrachtung, so wird man mit Wundt zu dem Resultate kommen, dass die Psyche des Menschen von der der Thiere nur durch die Stufe der erreichten Ausbildung verschieden ist.

Ueber den Ursprung des Menschen und die ältesten Zeiten seiner Existenz herrscht völliges Dunkel, indess ist die Annahme, nach welcher der Mensch nur wenige Jahrtausende auf der Erde sei, durch antiquarische und geologische Untersuchungen völlig widerlegt. Aus dem gleichzeitigen Vorkommen menschlicher Knochenreste (Schädel von Engis und aus dem Neanderthal) und aus Stein gefertigter Geräthschaften mit Knochenresten ausgestorbener Thiere der Diluvialzeit *(Mammuth, Rhinoceros tichorhinus)* ist das hohe Alter des Menschengeschlechtes bewiesen. Sicher existirte der Mensch in der pleistocänen Periode[1]), möglicherweise aber schon in der jüngsten Tertiärzeit. Ueber die Herkunft desselben liegen zur Zeit keine bestimmten Thatsachen vor; nur deductiv[2]) lässt sich im Anschluss an die Descendenzlehre die Wahrscheinlichkeit darthun, dass auch das höchste Lebewesen aus einem niederen Formenkreise der Primaten seinen Ursprung genommen hat.

Die Frage nach der Arteinheit[3]) des Menschen, welche je nach der Auffassung des Artbegriffes verschieden beantwortet werden kann, mag hier uner-

---

[1]) Vergl. Rauber, Urgeschichte des Menschen. Leipzig 1884. Schlösser und Seler, Die ersten Menschen und die prähistorischen Zeiten. Stuttgart 1884.

[2]) J. Broca, L'ordre des primates. Parallèle anatomique de l'homme et de singes, 1870. Ch. Darwin, The descent of man and selection in relation to sex. Vol. 1 und 2, London 1871.

[3]) Vergl. Th. Waitz, Anthropologie der Naturvölker, fortgesetzt von Gerland. Leipzig 1859—1872.

örtert bleiben, zumal da bei der Unmöglichkeit, zwischen Art und Rasse eine scharfe Grenzlinie zu ziehen, eine bestimmte Entscheidung nicht getroffen werden kann. Blumenbach unterschied gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fünf Menschenrassen und charakterisirte dieselben nach Kopf und Schädelform, nach der Färbung der Haut und der Beschaffenheit der Haare.

1. Die *kaukasische* Rasse, von weisser Hautfarbe mit blonden oder dunklen Haaren, kugelig gewölbtem Schädel, hoher Stirn, senkrecht aufeinanderstehenden Zähnen und schmaler Nase des länglich-ovalen Gesichtes. Bewohner Europas, Westasiens und Nordafrikas. Hierher gehören die Volksstämme der Indogermanen (Germanen, Celten, Hindus etc.), die Semiten (Juden, Araber, Berber etc.) und Slaven.

2. Die *mongolische* Rasse, von weizengelber Hautfarbe, mit fast viereckigem kurzen Kopf, schmaler flacher Stirn, stumpfer Nase und vorstehenden Backenknochen des breiten Gesichtes, schief von oben und aussen nach unten und innen geschlitzten Augen und straffem schwarzen Haar. Bewohner Asiens, Lapplands und des nördlichen Amerikas (Eskimos).

3. Die *äthiopische* Rasse, von schwarzer Hautfarbe und dichtem krausen Haar, mit schmalem, langgestrecktem Schädel und stark prominirenden, schräg aufeinander stossenden Kinnladen. Die Lippen sind dick und wulstig. Die Nase ist kurz und stumpf, Stirn und Kinn treten zurück, der Gesichtswinkel beträgt nur ca. 75°. Bewohner Mittel- und Südafrikas (Neger, Kaffern etc.).

4. Die *amerikanische* Rasse, von gelbbrauner oder kupferrother Hautfarbe, mit straffem schwarzen Haar, tiefliegenden Augen und vorstehenden Backenknochen des breiten Gesichtes. Die Stirn ist schmal, die Nase stumpf, aber vorstehend. Bewohner Amerikas.

5. Die *malayische* Rasse von hellbrauner bis schwärzlicher Hautfarbe, mit dichten schwarzen, lockigen Haaren, breiter dicker Nase, aufgeworfenen Lippen und vorstehenden Kiefern. Bewohner Australiens und des ostindischen Inselgebietes.

Cuvier erkannte nur die weisse oder kaukasische, die gelbe oder mongolische und die schwarze oder äthiopische Rasse als solche an und legte bei deren Unterscheidung zugleich Gewicht auf die Sprachunterschiede und Culturfähigkeit. Die Versuche der späteren Anthropologen, eine bessere und natürlichere Eintheilung der Rassen und Stämme zu begründen, beruhen nach dem Vorgange von A. Retzius vornehmlich auf Verwerthung der Schädeldimensionen, zu deren Messung man eine Reihe von Methoden ausgedacht hat. Nach der verschiedenen Schädel- und Gesichtsform unterscheidet A. Retzius Langköpfe (*Dolichocephali* 9 : 7) und Kurzköpfe (*Brachycephali* 8 : 7), sodann nach der Stellung des Gebisses und der Zähne *Orthognathen* und *Prognathen*. Die Völker Europas sind Orthognathen und grossentheils, die Celten und Germanen ausgenommen, Brachycephalen.

REGISTER.



Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.





